

4(28)'2015

ISSN 2077-2084

ВЕСТНИК

РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ
П.А. КОСТЫЧЕВА

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

12:36



УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!



В канун встречи нового 2016 года хочется подвести итоги года уходящего. В 2015 году наш журнал значительно повысил импакт-фактор РИНЦ, вошел в международную реферативную базу данных AGRIS, что позволило изданию автоматически быть включенным в Перечень журналов, рекомендованных ВАК для публикаций научных работ, отражающих основное научное содержание кандидатских и докторских диссертаций.

Вступая в новый год, редакция журнала ставит перед собой новые цели и задачи, такие как обеспечение высокой цитируемости авторов статей, дальнейшая интеграция в мировое научное сообщество путем вхождения в другие международные базы данных, повышение доступности информации об основных

достижениях науки в области аграрного производства. Решение поставленных задач возможно только при усилении и расширении сотрудничества редакции с нашими постоянными авторами и активное вовлечение в совместную деятельность новых представителей отечественной и зарубежной науки.

В наступающем году мы желаем вам не терять интерес к науке, с большим энтузиазмом идти навстречу новым научным открытиям, а Вестник РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева всегда готов представить результаты ваших достижений широкому кругу читателей, ищущих новых знаний!

Редакция журнала от всех души поздравляет вас с Новым годом и Рождеством!

Главный редактор журнала, ректор

Н. В. Бышов

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized initials and a surname, placed next to the printed name.

**ВЕСТНИК
РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени П. А. КОСТЫЧЕВА**

Научно-производственный журнал

С 2015 входит в международную реферативную базу данных AGRIS .

В соответствии с приказом Минобрнауки России от 25 июля 2014 г. № 793 с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 03 июня 2015 г. № 560 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 25 августа 2014 г., регистрационный № 33863) считается входящим в Перечень ВАК по следующим отраслям науки: технические, сельскохозяйственные, экономические.

Издается с 2009 года

Выходит один раз в квартал

№4 (28), 2015

Учредитель – ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
агротехнологический университет имени П. А. Костычева»

СОСТАВ

редакционной коллегии и редакции журнала «Вестник РГАТУ»

Главный редактор

Н. В. Бышов, д-р техн. наук, профессор

Заместители главного редактора

Л. Н. Лазуткина, д-р пед. наук, доцент

Н. В. Цыганов

Члены редакционной коллегии:

Сельскохозяйственные науки

А. С. Емельянова, д-р биол. наук, доцент
Л. Г. Каширина, д-р биол. наук, профессор
А. А. Коровушкин, д-р биол. наук, доцент
Н. А. Кузьмин, д-р с.-х. наук, профессор
В. И. Левин, д-р с.-х. наук, профессор
Н. И. Морозова, д-р с.-х. наук, профессор
А. И. Новак, д-р биол. наук, доцент
М. Д. Новак, д-р биол. наук, профессор
В. М. Пашенко, д-р биол. наук, профессор
О. В. Савина, д-р с.-х. наук, профессор
Н. И. Торжков, д-р с.-х. наук, профессор
Г. М. Туников, д-р с.-х. наук, профессор

Технические науки

С. Н. Борычев, д-р техн. наук, профессор
Д. Е. Каширин, д-р техн. наук, доцент
М. Ю. Костенко, д-р техн. наук, доцент
В. А. Ксендзов, д-р техн. наук, профессор
М. Б. Латышенок, д-р техн. наук, профессор
С. Д. Полищук, д-р техн. наук, профессор
В. М. Ульянов, д-р техн. наук, профессор
И. А. Успенский, д-р техн. наук, профессор
Ю. А. Юдаев, д-р техн. наук, профессор

Экономические науки

В. В. Текучев, д-р экон. наук, профессор
А. Ю. Гусев, д-р экон. наук, доцент
И. Г. Шашкова, д-р экон., наук профессор
С. И. Шкапенков, д-р экон., наук профессор

Компьютерная верстка и дизайн – **Н. В. Симонова**

Корректор – **Е. Л. Малинина**

Перевод – **В. В. Романов**

**HERALD OF
RYAZAN STATE AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY
Named after P.A. Kostychev**

Scientific-Production Journal

From 2015 included in the international reference database AGRIS .

In accordance with the order of the Ministry of education and science of Russia from July 25, 2014 No. 793, as amended by the Ministry of education of Russia from 03 June 2015, No. 560 (registered by Ministry of justice of the Russian Federation on August 25, 2014, registration No. 33863) is included in the List of VAK in the following branches of science: technical, agricultural, economic.

Issued since 2009

Issued once a quarter
#4 (28), 2015

Founder – FSBEI HPE “Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev”

“RSATU Herald” EDITORIAL STAFF

Editor in Chief

N.V. Byshov, Doctor of Technical Science, Full Professor

Editor in Chief Deputies

L.N. Lazutkina, Doctor of Pedagogical Science, Associate Professor

N.V. Tsyganov

Editorial Staff:

Natural Science

M.D. Novak, Doctor of Biological Science, Full Professor

A.I. Novak, Doctor of Biological Science, Associate Professor

A.S. Emelyanova, Doctor of Biological Science, Associate Professor

L.G. Kashirina, Doctor of Biological Science, Full Professor

A.A. Korovushkin, Doctor of Biological Science, Associate Professor

H.A. Kuzmin, Doctor of Agricultural Science, Full Professor

V.I. Levin, Doctor of Agricultural Science, Full Professor

N.I. Morozova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor

V.M. Paschenko, Doctor of Biological Science, Full Professor

O.V. Savina, Doctor of Agricultural Science, Full Professor

N.I. Torzhkov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor

G.M. Tunikov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor

Engineering Science

S.N. Borychev, Doctor of Technical Science, Full Professor

D.E. Kashirin, Doctor of Technical Science, Associate Professor

M.Y. Kostenko, Doctor of Technical Science, Associate Professor

V.A. Ksendzov, Doctor of Technical Science, Full Professor

M.B. Latyshenok, Doctor of Technical Science, Full Professor

S.D. Polischuk, Doctor of Technical Science, Full Professor

V.M. Ulyanov, Doctor of Technical Science, Full Professor

I.A. Uspenskiy, Doctor of Technical Science, Full Professor

Y.A. Yudaev, Doctor of Technical Science, Full Professor

Economic Science

V.V. Tekuchev, Y.A. Yudaev, Doctor of Economic Science, Full Professor

A. Yu. Gusev, Doctor of Economic Science, Associate Professor

I. G. Shashkov, Doctor of Economic Science, Full Professor

S.I. Shkapenkov, Doctor of Economic Science, Full Professor

Computer-Aided Makeup and Design – **N.V. Simonova**

Proof-Reader – **E.L. Malinina**

Translation – **V.V. Romanov**

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Антонов А. В., Минаева Т. С. ВЛИЯНИЕ НАСТОЯ НА ОСНОВЕ ФИТОКОМПОЗИЦИИ НА КОЛИЧЕСТВО И СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ У КУР-НЕСУШЕК.....	5
Ильинский А. В., Виноградов Д. В., Балабко П. Н. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОБОСНОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕАБИЛИТАЦИИ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЁННЫХ ЗЕМЕЛЬ	8
Коровушкин А. А., Буданова К. И. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВЕДЕНИЯ ПАРСКОГО КАРПА	13
Палкина Т. А. О ФАКТОРАХ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ СЕГЕТАЛЬНОЙ ФЛОРЫ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	18
Положенцев В. П., Черкасов О. В., Ступин А. С. ЭКОАДАПТИВНЫЕ АГРОТЕХНОЛОГИИ КАК ФАКТОР ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА	22
Харитонов Н. Н., Харитонов М. Н. ПЕРИОДИЧЕСКОЕ СКРЕЩИВАНИЕ ЛИНИЙ КАК ОСНОВА НОВОЙ СИСТЕМЫ ЧИСТОПОРОДНОГО РАЗВЕДЕНИЯ ПЧЁЛ.....	28
Шулаев Г. М., Энговатов В. Ф., Бетин А. Н., Милушев Р. К., Вотановская Н. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОБОВО-ГЛЮТЕНОВОГО КОНЦЕНТРАТА В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ ПОРОСЯТ.....	34

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Аджыгулова Г. С., Атаманова О. В. АНАЛИЗ ПОВОРОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА КАНАЛАХ-БЫСТРОТОКАХ ГОРНО-ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ.....	38
Байбобоев Н. Г., Кучкоров С. К., Косимов А. А. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ПЛАНЧАТОГО КАТКА КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА.....	43
Байбобоев Н. Г., Мухамедов Ж. М., Акбаров Ш. Б. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ОПОРНО-КОПИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА.....	45
Бышов Н. В., Борычев С. Н., Тетерин В. С., Успенский И. А., Костенко М. Ю., Рембалович Г. К. ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПРЕССОВАННОГО СЕНА ВНУТРИ РУЛОНА.....	48
Бышов Н. В., Костенко М. Ю., Тетерин В. С., Рембалович Г. К., Тетерина О. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГУМАТОВ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ РУЛОНОВ ПРЕССОВАННОГО СЕНА.....	52
Гунба В. С., Кутовой С. С. МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	55
Исабеков Т. А., Аджыгулова Г. С., Атаманова О. В. ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ-БЫСТРОТОКАХ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ.....	61
Фролов Д. И., Курочкин А. А., Шабурова Г. В., Каширин Д. Е. АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА ВНУТРИ КОЖУХА БОТВОУДАЛЯЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА С ОБОСНОВАНИЕМ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА НОЖЕЙ.....	67
Кравченко А. М. ТЕХНОЛОГИЯ ЦИФРОВЫХ ПРОТОТИПОВ В РЕШЕНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.....	72
Кравченко А. М., Бышов Н. В., Борычев С. Н. К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА ТЯГОВОГО КОНВЕЙЕРА.....	76
Петунина И. А., Котелевская Е. А. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕХАНИЗАЦИИ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОРОХА ПОЧАТКОВ.....	80
Журавлев А. В., Сутягин С. А., Курдюмов В. И. К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ РАМОК ОТ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ СИЛАМИ.....	83
Василенков В. Ф., Василенков С. В., Демина О. Н., Мажайский Ю. А., Мельникова Е. А. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМИ ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ.....	85
Пащенко В. М., Пылаева О. Н., Меньшова Т. В. УСТРОЙСТВО ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗЕРНОВУЮ МАССУ.....	93
Рязанцев А. И., Антипов А. О. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «ФРЕГАТ» НА СКЛОНОВЫХ ПЛОЩАДЯХ	99
Хмыров В. Д., Гребенникова Т. В., Хатунцев П. Ю., Тимофеев А. Н. К ВОПРОСУ ПРЕССОВАНИЯ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ ВЫТОПКИ.....	102
Юдаев Ю. А., Кожанова Т. В., Юдаев М. Ю. ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ И АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АГРОИНЖЕНЕРИИ.....	106

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Дятлов Ю. Н. АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В СИСТЕМЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕГИОНА.....	114
Теслюкова Н. Н. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ЭКОНОМИСТОВ	120

Трибуна молодых ученых

Балакина А. А., Кузьмина Е. А., Древова А. Н., Мубарак М. М., Карсункина Н. П., Калашникова Е. А., Чердынченко М. Ю. ОЦЕНКА ЦИТОТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА КЛЕТОЧНУЮ ЛИНИЮ M HeLa.....	125
Мустафаев Ф. М. ИЗУЧЕНИЕ ВОДНО-СОЛЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА МЕЛИОРИРУЕМЫХ ПОЧВАХ ШИРВАНСКОЙ СТЕПИ (НА КЛЮЧЕВОМ УЧАСТКЕ КЮРДАМИРСКОГО РАЙОНА).....	129
Савина О. В., Седова Н. Н. ТОВАРОВЕДНАЯ ОЦЕНКА СОЛЕННЫХ ОГУРЦОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СЫРЬЯ И СРОКА ХРАНЕНИЯ.....	135
Ушаков Р. Н., Головина Н. А., Федорова Е. В. К ВОПРОСУ О КАЛИЙНОЙ БУФЕРНОСТИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ	140
Юдаев Ю. А., Кожанова Т. В., Юдаев М. Ю., Смелик В. А. ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОДОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА СЕМЕНА РАСТЕНИЙ.....	144

AGRICULTURAL SCIENCE

Antonov A.V., Minayeva T.S. , THE INFLUENCE OF INFUSION CREATION OF PHYTOCOMPOSITION ON THE QUANTITY AND CONDITION OF RED BLOOD CELLS IN LAYING HENS.....	5
Ilinskiy A.V., Vinogradov D.V., Balabko P.N. SOME ASPECTS OF THE STUDY OF COMPLEX CONTROL FOR THE ACTIVITIES FOR THE REHABILITATION OF TECHNOLOGICALLY CONTAMINATED LAND.....	8
Korovushkin A.A., Budanova K.I. PERSPECTIVES OF PARSK CARP FARMING.....	13
Palkina T. THE FACTORS OF FORMING OF MODERN SEGETAL FLORAE OF THE RYAZAN REGION.....	18
POLOZHENCEV V. P., CHERKASOV O.V., STUPIN A.S. ECO-ADAPTIVE AGROTECHNOLOGIES AS A FACTOR OF CROP FARMING INTENSIFICATION.....	22
Kharitonov N.N., Kharitonova M.N. , PERIODIC CROSSING LINES CAN SERVE AS A BASIS FOR A NEW SYSTEM OF PURE BREEDING OF BEES.....	28
Shulaev G. M., Engovatov V.F., Betin A. N., Milushev R. K., Votanovskaya N.A. EFFICIENCY APPLICATION BOBE-GLUTEN CONCENTRATE IN MIXED FODDER FOR PIGLETS	34

TECHNICAL SCIENCE

Adzhigulova G.S., Atamanova O.V. ANALYSIS OF THE TURN-OVER STRUCTURES FOR THE CHANNEL-CHUTES IN THE MOUNTAIN-FOOTHILL ZONE.....	38
Bayboboev N. G., Kuchkorov S. K., Kosimov Azamjon A. RESULTS OF STUDIES ON THE JUSTIFICATION OF PARAMETER SLATTED ROLLERS COMBINED AGGREGATE.....	43
Bayboboev N.G., Muhamedov J. M., Akbarov Sh.B. OPTIMIZATION OF THE PARAMETERS OF STRONG-COPYING POTATO COMBINE.....	45
Byshov N. V., Borychev S. N., Teterin V.S., Uspenskiy, I. A., Kostenko, M.Yu., Rembalovich G. K. INVESTIGATION OF THE PRESSED HAY DENSITY DISTRIBUTION INSIDE THE ROLL.....	48
Byshov N. V., Kostenko M.Yu., Teterin, V.S., Rembalovich G. K., Teterina, Olga A. INVESTIGATIONS OF HUMATES INFLUENCE ON THE MICROBIOLOGICAL CONTEXT OF PRESSED HAY ROLLS.....	52
Gunba V. S. METHOD JUSTIFICATION ORGANIZATION AND TECHNOLOGY OF REPAIR BY THE TECHNICAL CONDITION OF AUTOMOTIVE ENGINES.....	55
Isabekov T.A., Adzhigulova G.S., Atamanova O.V. EXPERIENCE IN INTRODUCTION OF STRUCTURES FOR DISTRIBUTION WATER IN IRRIGATION CANALS-CHUTES IN THE KYRGYZ REPUBLIC.....	61
Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G. V., Kashirin D. E. ANALYSIS OF THE MOTION AIR INSIDE THE HOUSING HAULM REMOVING WORKING BODIES WITH JUSTIFICATION THE OPTIMUM ANGLE BLADES.....	67
Kravchenko A. M. THE TECHNOLOGY OF DIGITAL PROTOTYPES IN SOLVING SCIENTIFIC AND ENGINEERING PROBLEMS.....	72
Kravchenko A. M., Byshov N.V., Borychev S.N. THE PROBLEM OF OPTIMIZING THE PARAMETRIC MODEL OF THE MECHANICAL DRIVE OF THE TRACTION CONVEYOR.....	76
Petunina I.A., Kotelevskaya E.A. ANALYTICAL REVIEW OF CORN COBS SHEEPS SEPARATION ENGINEERING.....	80
Kurdyumov V. I., Sutyagin S.A., Zhuravlev A.V. THE QUESTION OF CLEANING FRAMEWORK WAX FEED CENTRIFUGAL FORCES.....	83
Vasilenkov V. F., Vasilenkov S.V., Demina O.N., Magaiskiy Yu. A., Melnikova E.A. ECOLOGICAL AND ECONOMIC OPTIMIZATION OF THE OPERATIONAL IRRIGATION REGIME BY MODERN SPRINKLING MACHINES.....	85
PASHCHENKO V. M., PYLAEVA O. N., MENSHOVA T. V. THE DEVICE FOR MECHANICAL IMPACT ON GRAIN MASS.....	93
Ryazantsev A. I., Antipov A.O. ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF SPRINKLING MACHINES "FREGAT" ON SLOPING AREAS.....	99
Khmyrov V.D., Grebennikova T.V., Hatuncev P.Yu., Timofeev A.N. PRESSING THE ISSUE WAXY FEEDS TOCKS BY MELTING OUT.....	102
YUDAEV Yu. A., KOZHANOVA T. V., YUDAEV M.Y. THE USE OF MODERN PROGRAMS AND HARDWARES TO MODEL TECHNOLOGICAL PROCESSES IN AGROENGINEERING.....	106

ECONOMIC SCIENCE

Dyatlov Y.N. THE PSKOV REGION AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX WITHIN THE REGION SUBSISTENCE SUPPORT SYSTEM.....	114
Teslikova N.N. INNOVATIVE TECHNIQUES OF CULTURAL AND SPEECH SKILLS IMPROVEMENT OF THE STUDENTS OF THE HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS.....	120

TRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS

Balakina A.A., Kuz'mina E.A., Drevova A.N., Moubarak M.M., Karsunkina N.P., Kalashnikova E.A., Cherednichenko Mikhail Yu. ESTIMATION OF CYTOTOXIC EFFECT OF MEDICINAL HERBAL EXTRACTS ON M HELA CELLS.....	125
Mustafayev F.M. INVESTIGATION OF THE WATER-SALT ELEMENTS IN THE MELIORATED SOILS OF THE SHIRVAN PLAIN (IN THE KEY AREA OF KURDAMIR REGION).....	129
Savina O.V., Sedova N.N. TRADE ANALYSIS OF PICKLES DEPENDING ON CUCUMBERS CULTIVARS FEATURES AND SHELF LIFE.....	135
Ushakov R.N., Golovina N. A., Fedorova E.V. THE QUESTION OF GRAY FOREST SOIL POTASSIUM BUFFERING	140
Yudayev Yu.A., Kozhanova T. V., Yudayev M.Yu., Smelik V. A. , NUMERAL STUDIES OF ELECTRIC FIELD DISTRIBUTION IN THE SYSTEM OF ELECTRODES WHEN TREATING PLANTS SEEDS.....	144



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ



УДК 636.52:633.88

ВЛИЯНИЕ НАСТОЯ НА ОСНОВЕ ФИТОКОМПОЗИЦИИ НА КОЛИЧЕСТВО И СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ У КУР-НЕСУШЕК

АНТОНОВ Андрей Владимирович, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных, antonych67@mail.ru

МИНАЕВА Татьяна Сергеевна, аспирант кафедры анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных, tatiana.minaeva2016@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева

Целью исследований явилось физиологическое обоснование применения настоя фитокомпозиции для улучшения гемопоэза у кур-несушек. Объектом исследования были 12 кур яичного кросса «Ломан белый». Возраст птицы к началу опыта составлял 21 неделю, в конце – 38 недель. Кур разделили на две группы (контрольную и опытную) по 6 голов в каждой. Кормление и содержание кур соответствовало зоотехническим нормам. Настой готовили из смеси сушёных листьев чёрной смородины, вишни, винограда и сосновой хвои, взятых в равном соотношении. 50 г сырья заваривали в 1 л кипятка и выдерживали 4 часа. Куры опытной группы получали ежедневно по 10 мл настоя. Перед началом опыта, через 1, 2 и 3 месяца после его начала в крови кур определяли гематокрит, содержание гемоглобина, количество эритроцитов, их средний объём, широту распространения популяции эритроцитов, среднее содержание и среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците. Установлено, что применение препарата способствовало увеличению среднего объёма эритроцитов на 22,1 %, среднего содержания гемоглобина в эритроците на 48,3 % и средней концентрации гемоглобина в эритроците на 21,0 %, а также уменьшению широты распространения популяции эритроцитов на 32,3 %. Это свидетельствует о положительном влиянии препарата на процессы гемопоэза и на кислородтранспортную функцию крови.

Ключевые слова: куры-несушки, фитокомпозиция, гематокрит, эритроциты, гемоглобин, эритропоэз, популяция эритроцитов.

Введение

Современные интенсивные технологии промышленного птицеводства применяются с целью получения максимального количества высококачественной продукции от птицы специализированных кроссов. Но не всегда организм птицы может хорошо приспособиться к условиям содержания, предусмотренным такими технологиями. Так, недостаточная адаптация кур-несушек к содержанию в условиях птицефабрик может привести к нарушению физиологических функций организма, в частности, эритропоэза, а следовательно, к снижению продуктивности. Для коррекции обмена веществ применяются различные средства. В настоящее время исследователи уделяют большое внимание лекарственным растениям. Их использование способствует улучшению здоровья птицы и в то же время позволяет получить продукцию, не содержащую остаточных количеств лекарственных препаратов. Многие растения, такие, как виноград, смородина, вишня, содержат в своих листьях флавоноиды (инозит, кверцетин, кемпферол и их производные). Содержатся они и в хвое со-

сны [1]. Эти вещества благодаря своему мембранопротекторному эффекту могут оказать положительное действие на форменные элементы крови, в частности, на эритроциты.

Исходя из этого, целью нашей работы было изучение влияния настоя фитокомпозиции на показатели, характеризующие состояние эритроцитов у кур-несушек.

Объект и методы исследований

Исследования проводились в виварии ФГБОУ ВО РГАУ на курах-несушках кросса «Ломан белый» в возрасте 21-38 недель (148-269 дней). Были сформированы две группы: контрольная и опытная, по 6 голов в каждой. К началу опыта живая масса птиц в контрольной группе составляла $1,34 \pm 0,04$ кг, в опытной – $1,27 \pm 0,05$ кг. Продолжительность эксперимента составляла 3 месяца. Содержали кур в одноярусных клеточных батареях, кормили полнорационным комбикормом ПК-1-3-К. Питательность его приведена в таблице 1. Суточное потребление комбикорма составляло 105-110 г на голову. Ежедневно следили за клиническим состоянием и сохранностью поголовья кур.



Таблица 1 – Питательность комбикорма ПК-1-3-К

Показатель в 100 г	Содержание
Обменная энергия, кДж	1001,07
Сырой протеин, г	14,35
Сырой жир, г	3,02
Сырая клетчатка, г	7,85
Лизин	0,52
Метионин+цистин, г	0,54
Метионин, г	0,27
Треонин, г	0,50
Кальций, г	3,62
Фосфор, г	0,82
Натрий, г	0,12
Калий, г	0,79
Хлор, г	0,2

Куры опытной группы дополнительно к основному рациону получали ежедневно водный настой на основе фитокомпозиции [1]. Для его приготовления брали 50 г воздушно-сухого измельчённого сырья (листья смородины чёрной, винограда куль-

турного, вишни обыкновенной и хвоя сосны в равном соотношении), заливали кипятком в количестве 1 л и настаивали 4 часа. Полученный настой охлаждали, процеживали и вводили перорально с помощью шприца без иглы в дозе 10 мл на голову в сутки. Птицы контрольной группы в то же время получали воду.

Взятие крови для анализа производили перед началом опыта (в декабре), через 1 и 2 месяца после начала опыта (в январе и феврале) пункцией плечевой вены. По окончании опыта (в марте) кур убили и при этом также взяли кровь для анализа. В крови определяли гематокрит, содержание гемоглобина, количество эритроцитов, их средний объём, широту распространения популяции эритроцитов, среднее содержание и среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците. Анализ производили в межфакультетской научно-исследовательской лаборатории нанотехнологий факультета ветеринарной медицины и биотехнологии РГАТУ на автоматическом гематологическом анализаторе «Abacus Junior Vet». Полученные цифровые данные обрабатывались статистически по методу Стьюдента с использованием программы «Microsoft Excel». Разница считалась статистически значимой (достоверной) при $P < 0,05$ [2].

Результаты исследований

Таблица 2 – Показатели количества и состояния эритроцитов у кур

Группа	Декабрь	Январь	Февраль	Март
Гематокрит, %				
Контрольная	29,28±0,86	25,28±1,50	27,33±1,07	26,43±0,48
Опытная	27,84±0,79	27,00±0,99	26,60±1,53	28,72±1,78
Содержание гемоглобина в крови, г/л				
Контрольная	176,00±7,35	169,00±8,56	173,33±4,62	166,00±1,41
Опытная	167,50±4,93	178,5±6,08	170,33±9,29	171,5±4,29
Количество эритроцитов в крови, $10^{12}/л$				
Контрольная	2,89±0,31	2,50±0,14	2,82±0,12	2,62±3,02
Опытная	2,66±0,26	2,71±0,09	2,64±0,16	3,02±0,33
Средний объём эритроцита, мкм ³				
Контрольная	104,50±0,75	101,25±0,99	103,00±1,32	101,00±1,41
Опытная	81,50±2,12***	99,50±0,75	100,67±0,29	96,5±4,57
Широта распространения популяции эритроцитов, %				
Контрольная	11,50±0,52	11,03±0,27	11,60±0,65	11,40±0,07
Опытная	16,85±0,35***	11,40±0,20	11,90±0,44	13,43±1,34
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг				
Контрольная	62,83±0,76	67,93±2,11	65,10±2,33	63,45±0,88
Опытная	44,40±3,11***	65,83±0,82	63,30±1,01	58,63±5,64
Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах, г/л				
Контрольная	600,75±5,36	671,25±24,50	631,33±25,25	627,50±16,62
Опытная	546,00±5,33***	660,50±11,65	628,67±12,34	604,50±36,89

Достоверность разницы между группами: *** - $P < 0,001$.

Данные, представленные в таблице 2, свидетельствуют о том, что к началу опыта не наблюдалось статистически значимых различий между двумя группами кур по величине гематокрита, количеству эритроцитов и содержанию гемоглобина в крови. Однако у кур опытной группы средний объём эритроцита был меньше, чем в контрольной

группе, на 22,0 %, среднее содержание гемоглобина в эритроците – меньше на 29,3 % и средняя концентрация гемоглобина в эритроците – также меньше на 9,1 %. Широта распространения популяции эритроцитов у птиц опытной группы была, напротив, больше, чем в контроле, на 46,5 %.

На протяжении эксперимента уровень гема-



токрита, количество эритроцитов и содержание гемоглобина в крови у птиц обеих групп не претерпело существенных изменений. Достоверные различия между группами по этим показателям также отсутствовали.

В январе, после первого месяца применения настоя фитокомпозиции, у кур контрольной группы средний объем эритроцитов уменьшился на 3,2 % ($P < 0,01$), а средняя концентрация гемоглобина в эритроците возросла на 11,7 % ($P < 0,05$). Среднее содержание гемоглобина в эритроците и широта распространения популяции эритроцитов изменились незначительно. У кур опытной группы в это же время средний объем эритроцитов увеличился на 22,1 % ($P < 0,001$). Возросли также среднее содержание гемоглобина в эритроците – на 48,3 % ($P < 0,001$) и средняя концентрация гемоглобина в эритроците – на 21,0 % ($P < 0,001$). Широта распространения популяции эритроцитов, напротив, уменьшилась на 32,3 % ($P < 0,001$). Вследствие всех этих изменений к концу первого месяца опыта межгрупповые различия показателей красной крови стали весьма незначительными. В дальнейшем величина этих показателей изменялась в небольших пределах, и изменения были статистически незначимыми.

Анализируя полученные данные, мы можем сделать вывод о том, что перед началом эксперимента основные показатели красной крови, обычно учитываемые в клинической практике, не имели значительных межгрупповых различий. В то же время птицы опытной группы имели некоторую тенденцию к микроцитозу и анизоцитозу, а кроме того, к пониженной концентрации гемоглобина в эритроцитах. Существует общая закономерность: молодые эритроциты, имеющие оптимальный размер, обеспечивают наилучшее снабжение органов и тканей животного или птицы кислородом. Она подтверждается результатами исследований на крупном рогатом скоте [3, 4] и на курах-несушках [5]. Микроциты же в меньшей степени деформируются при продвижении по капиллярам, что затрудняет газообмен между эритроцитами и тканями, окружающими капилляр [6]. Можно предположить, что из-за повышенного содержания в крови мелких форм эритроцитов перед началом эксперимента у кур опытной группы кровь хуже выполняла кислородтранспортную функцию, чем у кур контрольной группы. Пониженная концентрация гемоглобина в эритроцитах также могла препятствовать нормальному снабжению тканей кислородом. Впоследствии гематологические показатели, характеризующие «качество» эритроцитов, в контрольной группе если и претерпевали изменения, то весьма незначительные. Но у кур опытной группы величина этих показателей стабилизировалась и приблизилась к таковой в контро-

ле. Эритроциты стали более крупными, с большей концентрацией гемоглобина, а их размер – более постоянным. Этот эффект сохранялся далее на всем протяжении эксперимента. Из литературы известно, что флавоноиды, содержащиеся в применяемой нами фитокомпозиции, обладают мембранопротекторным эффектом, вследствие чего повышают эластичность эритроцитов [7]. Полагаем, что этот эффект способствовал улучшению структуры мембран эритроцитов, а следовательно, оптимизации их размеров и содержания гемоглобина в них.

Заключение

Результаты проведенных исследований показали, что применение настоя фитокомпозиции из листьев черной смородины, винограда, вишни и хвой сосны способствует оптимизации процессов эритропоэза у кур-несушек. Вследствие этого увеличивается и нормализуется размер эритроцитов, в них возрастает содержание гемоглобина. Всё это способствует улучшению кислородтранспортной функции крови и газообмена между кровью и тканями.

Список литературы

1. Фитотерапия с основами клинической фармакологии [Текст] / Под ред. В. Г. Кукеса. – М. : Медицина, 1999. – 192 с.
2. Яковлев, В. Б. Биометрические расчёты в табличном процессоре Microsoft Excel [Текст] / В. Б. Яковлев, Е. В. Щеглов. – М., 2004. – 386 с.
3. Решетов, В. Б. Физиологическое состояние тёлочек раннего возраста в зависимости от происхождения [Текст] / В. Б. Решетов, В. И. Агафонов, Р. А. Волобуева // Проблемы физиологии, биохимии, биотехнологии и питания сельскохозяйственных животных. – Боровск, 1993. – С. 197 – 199.
4. Агафонов, В. И. Дыхательная функция крови у нетелей холмогорской породы в связи с различными сроками продуктивного использования их матерей [Текст] / В. И. Агафонов, Р. А. Волобуева, В. Б. Решетов // Проблемы физиологии, биохимии, биотехнологии и питания сельскохозяйственных животных. – Боровск, 1994. – С. 98 – 99.
5. Торшков, А. А. Возрастные изменения эритроцитарной активности крови кур [Текст] / А. А. Торшков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. - № 6. – С. 220 – 222.
6. Васильев, Ю. Г. Ветеринарная клиническая гематология [Текст] / Ю. Г. Васильев, Е. И. Трошин, А. И. Любимов. – СПб. : Лань, 2015. – 656 с.
7. Middleton, E. Jr. The Effects of Plant Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for Inflammation, Heart Disease, and Cancer [Text] / E. Jr. Middleton, C. Kandaswami, T. C. Theoharides // Pharmacol. Rev./ - 2000. - V. 52, No.4. - P.673-751.

THE INFLUENCE OF INFUSION CREATION OF PHYTOCOMPOSITION ON THE QUANTITY AND CONDITION OF RED BLOOD CELLS IN LAYING HENS

ANTONOV Andrey V., Dr. of Biol. Sciences, associate Professor, Department of anatomy and physiology of farm animals, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, antonych67@mail.ru

MINAEVA Tatiana S., postgraduate student of the Department of anatomy and physiology of farm animals, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, tatiana.minaewa2016@yandex.ru



The aim of the research was the physiological rationale for the use of infusion creation of phytocomposition to improve hematopoiesis in laying hens. The study involved 12 egg chickens cross "Lohman white". The age of the bird to the beginning of the experiment was 21 weeks, at the end of 38 weeks. Hens were divided into two groups (control and experimental) of 6 animals each. The feeding and maintenance of hens were corresponded to zootechnical standards. The infusion is prepared from a mixture of dry leaves of black currant, cherry, grape and pine needles, taken in equal proportions. 50 g of raw material was poured in 1 l of boiling water and was kept for 4 hours. Hens of the experimental group received daily 10 ml of infusion. Before the experiment, after 1, 2 and 3 months after its commencement in the blood of chickens was determined by hematocrit, the substance of hemoglobin, number of erythrocytes, the average volume, the breadth of the population distribution of red blood cells, the mean and the average concentration of hemoglobin in the red blood cell. It is established that the use of the drug contributed to the increase in the average volume of red blood cells by 22.1 %, average content of hemoglobin in erythrocytes was 48.3 % and the average concentration of hemoglobin in the erythrocyte by 21.0 %, while also reducing the breadth of the population distribution of red blood cells by 32.3 %. This indicates a positive effect of the drug on the processes of hematopoiesis and oxygen transport blood function.

Key words: laying hens, phytocomposition, hematocrit, erythrocytes, hemoglobin, erythropoiesis, red cell population.

Literatura

1. Fitoterapiya s osnovami klinicheskoy farmakologii [Текст] / Pod red. V. G. Kukesa. – M.: Medicina, 1999. – 192 s.
2. Yakovlev, V. B. Biometricheskie raschyoty v tablichnom processore Microsoft Excel [Текст] / V. B. Yakovlev, Ye. V. Shcheglov. – M., 2004. – 386 s.
3. Reshetov, V. B. Fiziologicheskoe sostoyanie tyolochek rannego vozrasta v zavisimosti ot proiskhozhdeniya [Текст] / V. B. Reshetov, V. I. Agafonov, R. A. Volobuyeva // Problemy fiziologii, biokhimii, biotekhnologii i pitaniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh. – Borovsk, 1993. – S. 197 – 199.
4. Agafonov, V. I. Dykhatel'naya funkciya krovi u neteley kholmogorskoj porody v svyazi s razlichnymi srokami produktivnogo ispol'zovaniya ikh materey [Текст] / V. I. Agafonov, R. A. Volobuyeva, V. B. Reshetov // Problemy fiziologii, biokhimii, biotekhnologii i pitaniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh. – Borovsk, 1994. – S. 98 – 99.
5. Torshkov, A. A. Vozrastnyye izmeneniya eritrocitarnoy aktivnosti krovi kur [Текст] / A. A. Torshkov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013 – No 6. – S. 220 – 222.
6. Vasilyev, Yu. G. Veterinarnaya klinicheskaya gematologiya [Текст] / Yu. G. Vasilyev, Ye. I. Troshin, A. I. Lyubimov. – S.-Pb., M., Krasnodar: Lan', 2015. – 656 s.
7. Middleton, E. Jr. The Effects of Plant Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for Inflammation, Heart Disease, and Cancer [Text] / E. Jr. Middleton, C. Kandaswami, T. C. Theoharides // Pharmacol. Rev.. – 2000. – V. 52, No.4. – P.673-751.



УДК: 631.61

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОБОСНОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕАБИЛИТАЦИИ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЁННЫХ ЗЕМЕЛЬ

ИЛЬИНСКИЙ Андрей Валерьевич, канд. с.-х. наук, доцент, Мещерский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова», ilinskiy-19@mail.ru

ВИНОГРАДОВ Дмитрий Валериевич, д-р биол. наук, профессор, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, vdv-rz@rambler.ru

БАЛАБКО Петр Николаевич, д-р биол. наук, профессор кафедры «Общего земледелия и агроэкологии», Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова ln-rgatu@rambler.ru

Авторы акцентируют внимание на необходимости применения современной системы комплексного контроля за процессом и результатом реабилитационных работ по санации загрязнённых поллютантами земель. В работе показано, что разработка и внедрение современных методов контроля и управления процессами при организации и осуществлении реабилитационных работ могут быть достигнуты в основном за счет использования представлений о системном подходе и на основе механизма обратной связи в системе «загрязнённая почва – система комплексного контроля – мелиоративные мероприятия», основа которых должна быть заложена ещё на стадии разработки проектной документации. В работе авторы систематизируют свои представления о



модели системы комплексного контроля за процессом выполнения мероприятий по реабилитации загрязнённых поллютантами земель, направленной на повышение их эффективности и качества проводимых мелиоративных работ.

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, загрязняющие вещества, ликвидация техногенного загрязнения, мелиоративные мероприятия, методы контроля и управления, реабилитация почвы, система комплексного контроля, системный подход, эффективность контроля.

Введение

В результате техногенного воздействия в почве накапливаются поллютанты, оседающие из атмосферы, сбрасываемые вместе со сточными водами при выпуске их на грунт, а также твёрдые отходы. К числу таких загрязнителей относятся тяжёлые металлы, нефть, нефтепродукты, ил очистных сооружений, ядохимикаты, минеральные удобрения, применяемые в сельском хозяйстве, и др. Поступающие в почву химические соединения вызывают постепенное изменение химических и физических свойств почвы, ухудшают её плодородие, снижают численность почвенных организмов. Загрязнённость почвы поллютантами приводит к снижению урожайности и ухудшению качества растениеводческой продукции, деградации почвенного покрова и потере плодородия [1, 2].

Для уменьшения или ликвидации техногенной загрязнённости поллютантами в настоящее время активно применяют физические, химические, биологические и комплексные методы санации почв. Применение этих методов позволяет оптимизировать водный режим почв; снизить поступление ксенобиотиков в сельскохозяйственные растения; довести реакцию среды до оптимального уровня, при котором подвижные соединения поллютантов переходят в недоступную для сельскохозяйственных культур форму; сократить транслокацию поллютантов в выращиваемые растения с помощью элементов-антагонистов (фосфора, кальция и др.); снизить валовую концентрацию поллютантов в почве и довести их содержание в почве до фонового уровня; создать искусственные биогеохимические барьеры с помощью биоремедиации, сорбционных веществ и удобрительно-мелиорирующих смесей, что в значительной степени обеспечивает снижение концентрации в почве подвижных форм поллютантов; активизировать в почве процессы деструкции углеводородного загрязнения [1, 3].

Проведение мелиоративных мероприятий по реабилитации техногенно загрязнённых почв земель сельскохозяйственного назначения в первую очередь должно предполагать наличие рабочего проекта по каждому конкретному объекту почвовосстановительных работ. Проект должен быть подготовлен на основании результатов комплексных инженерных изысканий, учитывающих качественный и количественный состав содержащихся в почве поллютантов, площадь и глубину загрязнения почв, а также предусматривать применение современной системы комплексного контроля за процессом и результатом реабилитационных работ [4].

Объект и методика исследований

Объектом исследований является система комплексного контроля за реализацией проектных ре-

шений, направленных на ликвидацию техногенной загрязнённости, восстановление плодородия почв и их интенсивный возврат в оборот земель сельскохозяйственного назначения. Сформулированы предложения по совершенствованию методов контроля и управления процессами в организации и выполнении природовосстановительных работ. Данные исследования предполагают комплексное использование представлений о системном подходе и механизме обратной связи при разработке и реализации современных методов контроля и управления процессами выполнения работ по реабилитации техногенно загрязнённых территорий с целью повышения их эффективности.

Основная часть

При осуществлении реабилитационных мероприятий необходимо обеспечить надлежащее исполнение мелиоративных работ (качество и объёмы работ); предотвращение нарушений персоналом подрядчика требований действующего законодательства Российской Федерации, регламентов заказчика, нормативно-технических документов, проектной документации и условий договоров, заключённых заказчиком с подрядчиками. Необходимо исключить возможность нецелевого использования финансовых средств и иных материальных ресурсов, выделяемых на выполнение проекта, а также способствовать повышению эффективности указанных работ. Перечисленные задачи логично решать на этапах организации и реализации проектов в составе системы контроля за выполнением мероприятий по реабилитации техногенно загрязнённых территорий.

Рекомендуемая нами система комплексного контроля за реализацией проектных решений при мелиорации почв, подверженных техногенному загрязнению, позволяет с использованием широкого ряда критериев (рис. 1) объективно оценивать соблюдение требуемого качества, видов и объёмов мелиоративных работ по ликвидации загрязнённости земель поллютантами, а также последствий негативного техногенного воздействия; вовремя выявить, а порой и предотвратить нарушения персоналом подрядчика требований действующего законодательства Российской Федерации, регламентов заказчика, нормативно-технических документов, проектной документации и условий договоров, заключённых заказчиком с подрядчиком, а также повысить эффективность природовосстановительных работ.

Система контроля за проведением природовосстановительных работ должна в себя включать:

- технологический контроль;
- химико-аналитический контроль.

Технологический контроль включает в себя визуальный, а при необходимости и инструментальный контроль процесса и результатов выпол-

няемых подрядчиком реабилитационных работ непосредственно на месте их осуществления с последующей камеральной обработкой собранной на объекте информации. Цель технологического контроля заключается в повышении качества работ по реабилитации техногенно загрязненных территорий путем выявления и устранения нарушений, т.е. любых фактов ненадлежащего выполнения работ подрядчиком, которые выражаются в отклонении наблюдаемой фактической ситуации от установленных проектом требований и нормативов.

Химико-аналитический контроль является

элементом натурного обследования объекта работ, включающим отбор почвенных образцов (и, при необходимости, отбор других компонентов природной среды), количественный химический анализ проб либо иные лабораторные испытания проб почв в аккредитованной лаборатории по показателям, установленным программой проведения наблюдений в составе проектных решений. Проводится также обработка полученных данных и подготовка соответствующего экспертного заключения об эффективности (достаточности) выполняемых по проекту видов и объемов реабилитационных работ.

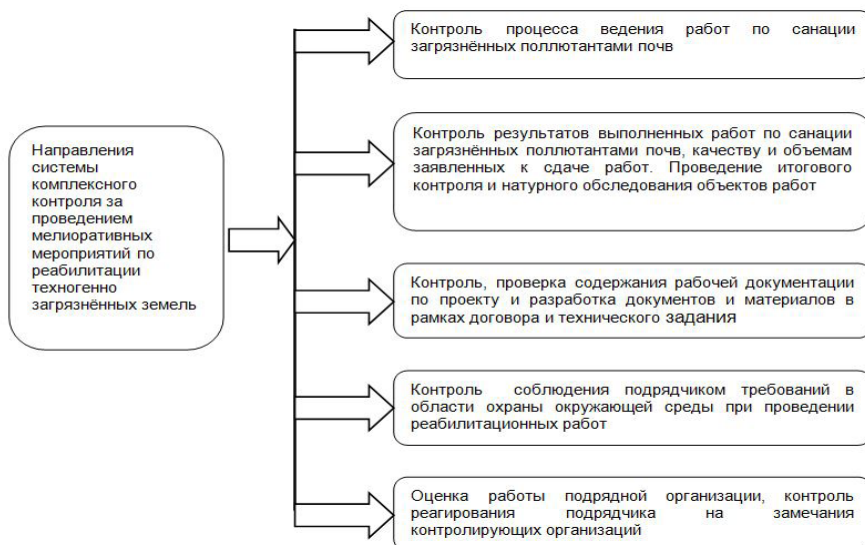


Рис. 1 – Структура направлений системы комплексного контроля за выполнением работ по ликвидации загрязнённости поллютантами почв земель сельскохозяйственного назначения

Отбор проб почвы выполняют в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84 и Методическими указаниями по проведению комплексного агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий (1994). Отбор проб осуществляют с учетом рельефа и степени загрязненности почвенного покрова с таким расчетом, чтобы в каждом случае была представлена часть почвы, типичная для генетических горизонтов или слоев данного типа почвы. Пробы отбирают на исходных участках по координатной сетке, не менее одной объединенной пробы с площади 0,5-1,0 га (ГОСТ 17.4.3.01-83, РД 39-00147105-006-97). Напрямик, при натурном обследовании результатов очистки почв от нефтепродуктов комбинированными препаратами с использованием бактерий точечные пробы отбирают послойно с глубины 0-5 и 5-20 см массой не более 200 г каждая (ГОСТ 17.4.4.02-84). После перемешивания и квартования пробы упаковывают в стеклянные банки с притертыми пробками и направляют в лабораторию для определения остаточного содержания нефтепродуктов в соответствии с РД 52.18.575-96.

Условия проведения химико-аналитического контроля, как впрочем и технологического контроля, на наш взгляд, должны определяться уже на стадии разработки проектной документации и плана производства работ в виде программы проведения наблюдений, в которой должны быть четко и подробно представлены контролируемые

компоненты природной среды, показатели, точки отбора, периодичность наблюдений и критерии для оценки результатов химико-аналитических исследований.

Как правило, уже на стадии проведения комплексных изысканий и подготовки в составе проектных решений соответствующих мелиоративных приёмов для восстановления земель, техногенно загрязнённых поллютантами и нуждающихся в проведении реабилитационных работ, осуществляются следующие мероприятия: предварительное проведение агрохимического обследования рекультивируемых площадей (ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, Методические указания по проведению комплексного агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий, 1994), включающего анализ содержания нефтепродуктов (РД 52.18.575-96), усвояемых форм азота (ГОСТ 26489-85, ГОСТ 26951-86), фосфора (ГОСТ 26207-91), калия (ГОСТ 26207-91), органического вещества (ГОСТ 26213-91), величины pH (ГОСТ 26483-85), гидролитической кислотности (ГОСТ 26212-91), влажности почвы (Методические указания к лабораторно-практическим работам, 1992). При необходимости проводится определение содержания тяжелых металлов: свинца, кадмия, ртути и мышьяка (Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства, 1992, Методические указания по определению



нию мышьяка в почвах фотометрическим методом, 1993) и других компонентов, набор которых устанавливается техническим заданием в зависимости от стадии изысканий и предполагаемого состава загрязнителей с учетом вида деятельности, вызывающей загрязнение (СП 11-102-97). Так, например, исходя из полученных результатов предварительного натурного обследования, может быть предусмотрено внесение в почву дополнительных мелиорантов, минеральных и органических удобрений, извести, а при недостатке влаги для деятельности углеводородокисляющих микроорганизмов должны быть предусмотрены поливы и рыхление почвы. Такие агрохимические анализы и мероприятия должны быть проведены не только с целью создания оптимальных условий для жизнедеятельности интродуцируемой микрофлоры, но также для последующего успешного выращивания сельскохозяйственных культур на очищенных от поллютантов землях.

Комплексный контроль за процессом и качеством выполнения работ по реабилитации техногенно загрязненных территорий Российской Федерации (РФ) следует осуществлять в соответствии с требованиями следующих нормативных документов: федерального и регионального законодательства РФ; проектной документации; проектов производства работ; договора на проведение мелиоративных работ; внутренних регламентов заказчика и подрядчика, а также с учетом индивидуальных особенностей реабилитируемых территорий, выявленных и документально зафиксированных по результатам натурного обследования территории на предварительном этапе проведения мелиоративных работ.

Информация, собранная с помощью системы комплексного контроля за соблюдением технологического процесса проведения работ по реабилитации техногенно загрязненных земель, должна быть обработана в виде ежедневных сообщений, оперативных сообщений о нарушении, ежедневных сводок по видам и объемам выполненных реабилитационных работ, ежемесячных докладов, заключений о возможности (либо невозможности) приёмки видов и объемов работ, заявляемых к сдаче подрядной организацией с обязательным приложением фотографических и табличных материалов. Информация должна оперативно и систематично передаваться заказчику проекта для её анализа и принятия мер оперативного реагирования в зависимости от складывающейся на объекте почвовосстановительных работ ситуации. В целом, систему комплексного контроля за соблюдением технологического процесса проведения природовосстановительных работ по реабилитации техногенно загрязненных земель должны осуществлять либо непосредственно структурные подразделения заказчика, курирующие реализацию проекта, либо независимая специализированная организация по договору подряда, имеющая соответствующее свидетельство о допуске к данному виду работ.

Результаты и выводы

Подводя итоги нашего исследования, следует отметить, что разработка и реализация современных методов контроля и управления процес-

сами организации и выполнения природовосстановительных работ могут быть достигнуты во многом благодаря использованию представлений о системном подходе и на основе механизма обратной связи в блок-схеме «загрязнённая почва – система комплексного контроля – мелиоративные мероприятия». Предлагаемая модель системы комплексного контроля за процессом выполнения природовосстановительных мероприятий по реабилитации загрязнённых поллютантами земель направлена на поддержку принятия управленческих решений при реализации проектных задач.

Модель включает в себя ключевые направления контроля за процессом и качеством выполнения мелиоративных работ и наличие механизма обратной связи в блок-схеме «загрязнённая почва – система комплексного контроля – мелиоративные мероприятия». Символом обратной связи служит $A \leftrightarrow B$, т.е. не только явление (событие, причина) A влияет на следствие (B), но и B , в свою очередь, оказывает влияние на A . На языке кибернетики это формулируется как воздействие управляемого процесса на управляющий орган или влияние выходного сигнала системы на её рабочие параметры. Если результат процесса усиливает его и система отклоняется от требуемого состояния, то такая обратная связь называется положительной, если же результат процесса ослабляет его и стабилизирует систему, восстанавливает её требуемое состояние, то обратная связь отрицательна. Такая связь способствует достижению требуемых параметров системы и её регулированию. Основным действенным рычагом такого подхода является экономическая мотивация, заключающаяся в комплексе штрафных санкций, применяемых к подрядчику, в случае обнаружения во время технологического контроля за выполнением реабилитационных мероприятий нарушений и необоснованных отклонений от проектных решений в работе подрядчика, а также перспектива внесения конкретного подрячика в «черный список неблагонадежных компаний» заказчика на основе анализа оперативных данных, получаемых благодаря механизму обратных связей при использовании представленной структуры системы комплексного контроля за процессом проведения природовосстановительных мероприятий.

В этой связи в настоящее время при организации и осуществлении мелиоративных мероприятий по реабилитации техногенно загрязненных земель, на наш взгляд, назрела необходимость в разработке и внедрении рекомендаций по использованию системы комплексного контроля за процессом и качеством выполнения работ по реабилитации техногенно загрязненных территорий.

Список литературы

1. Агроэкологическая оценка возделывания масличных культур в зоне техногенного загрязнения агроландшафта [Текст] / Н. В. Бышов, Д. В. Виноградов, В. В. Стародубцев, И. А. Вертелецкий // Почвы Азербайджана: генезис, мелиорация, рациональное использование и экология : материалы Международной науч. конф. - 2012. - С. 855-859.
2. Ильинский, А.В. Очистка и детоксикация оподзоленных и выщелоченных чернозёмов, за-



грязнённых тяжёлыми металлами (на примере Рязанской области) [Текст] : автореф. дис. ...канд. с.-х. наук : (06.01.02, 03.00.16) / А. В. Ильинский ; Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова. – М., 2003. – 173 с.

3. Ильинский, А. В. Выращивание экологически безопасной продукции на техногенно-загрязнённых землях [Текст] / А. В. Ильинский, Л. В. Кирейчева, В. М. Яшин // Экологический вестник России. – 2006. – № 2. – С. 3.

4. Ильинский, А. В. Структура системы комплексного контроля за проведением мелиоративных мероприятий по реабилитации техногенно-загрязнённых земель [Текст] / А. В. Ильинский // Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах : материалы междунар. науч.-практ. конф. НГСХА. – Н. Новгород : НИУ РАНХиГС, 2014. – С. 156–159.

5. Кирейчева, Л. В. Детоксикация загрязнённых тяжёлыми металлами выщелоченных черноземов и древнеаллювиальных почв с использованием сорбционных материалов [Текст] / Л. В. Кирейчева, А. В. Ильинский, В. М. Яшин, Нгуен Суан Хай // Доклады РАСХН. – 2009. – № 3. – С. 41–43.

6. Курчевский, С. М. Улучшение малопродук-

тивных супесчаных дерновоподзолистых почв при внесении органо-минеральных удобрений и микробиологической добавки [Текст] / С. М. Курчевский, Д. В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2014. – № 1 (21). – С. 47–51.

7. Ушаков, Р. Н. Физико-химический блок плодородия агросерой почвы [Текст] / Р. Н. Ушаков, Д. В. Виноградов, Н. А. Головина // Агрохимический вестник. – 2013. – № 5. – С. 12–13.

8. Физико-химическая модель плодородия серой лесной почвы как информационной основы ее устойчивости к неблагоприятным воздействиям [Текст] / Р. Н. Ушаков, Д. В. Виноградов, В. И. Гусев, А. Н. Зубец // Почвы Азербайджана: генезис, география, мелиорация, рациональное использование и экология : материалы междунар. науч. конф. – Баку-Габала : НАН Азербайджана, 2012. – С. 1013–1018.

9. Фадькин, Г. Н. Роль длительности применения форм азотных удобрений в формировании урожая сельскохозяйственных культур в условиях Юга Нечерноземья [Текст] / Г. Н. Фадькин, Д. В. Виноградов // Международный технико-экономический журнал. – 2014. – № 2. – С. 80–84.

SOME ASPECTS OF THE STUDY OF COMPLEX CONTROL FOR THE ACTIVITIES FOR THE REHABILITATION OF TECHNOLOGICALLY CONTAMINATED LAND

ILINSKIY Andrey V., candidate of agricultural sciences, associate professor, Meschersky branch of federal state budgetary scientific institution «All-Russian research institute for hydraulic engineering and reclamation of A.N. Kostyakov», ilinskiy-19@mail.ru

VINOGRADOV Dmitry V., doctor of agricultural sciences, professor, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, vdv-rz@rambler.ru

BALABKO Peter Nikolaevich, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of General Agriculture and Agroecology, Moscow State University Named After M.V. Lomonosov

The authors emphasize the need for a modern system of comprehensive control over the process and the result of rehabilitation works on the rehabilitation of the land contaminated by pollutants. It is shown that the development and introduction of modern methods of management and control processes in the organization and implementation of the rehabilitation work can be achieved mainly through the use of concepts of system approach and based on the feedback mechanism in the "contaminated soil - a complex system of control - reclamation activities" the foundation of which must be laid at the stage of development of design documentation. In the paper, the authors systematize his ideas about the model of integrated process control implementation of measures for the rehabilitation of contaminated pollutants farmland has aimed at improving the efficiency and quality of the land reclamation works.

Key words: pollution, pollutants, the elimination of man-made pollution, reclamation activities, methods of monitoring and control, rehabilitation of soil, integrated control system, system approach, the effectiveness of control.

Literatura

1. Ilinskiy, A. V. Ochistka i detoksikatsiya opodzolennykh i vyshchelochennykh chernozemov, zagryaznennykh tyazhelymi metallami (na primere Ryazanskoy oblasti): avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchonoy stepeni kandidata selskoxozyaystvennykh nauk [Текст]: 06/01/02 – Melioratsiya, rekultivatsiya i ohrana zemel', 03.00.16 – Ekologiya / Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut gidrotexniki i melioratsii im. A.N. Kostyakova. – Moskva, – 2003. – 173 s.

2. Ilinskiy, A. V. Vyrashchivaniye ekologicheskoy bezopasnoy produktsii na texnogenno-zagryaznennykh zemlyakh [Текст] / A. V. Ilinskiy, L. V. Kireycheva, V. M. Yashin // Ekologicheskyy vestnik Rossii. – 2006. – № 2. – s. 3.

3. Kireycheva, L. V. Detoksikatsiya zagryaznennykh tyazhelymi metallami vyshchelochennykh chernozemov i drevneal'yuvialnykh pochv s ispol'zovaniem sorbtsionnykh materialov [Текст] / L. V. Kireycheva, A. V. Ilinskiy, V. M. Yashin, Nguyen Xuan Hai // Doklady RASXN. – 2009. – № 3. – S. 41–43.

4. Ilinskiy, A. V. Struktura sistemy kompleksnogo kontrolya za provedeniem meliorativnykh meropriyatii po reabilitatsii tehnogenno zagryaznennykh zemel' [Текст] / A. V. Ilinskiy // Perspektivy i problemy razmeshcheniya otxodov proizvodstva i potrebleniya v agroekosistemax: Materialy mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii NGSXA. – N. Novgorod: NIU RANXIGS, 2014. – S. 156–159.



5. Kireycheva, L.V. *Detoksikaciya zagryaznyonnykh tyazhelymi metallami vyshchelochennykh chernozemov i drevne allyuvial'nykh pochv s ispol'zovaniem sorbcionnykh materialov [Tekst] / L.V. Kireycheva, A.V. Il'inskiy, V.M. Yashin, NguenSuan Khay // Doklady RASKhN. - 2009. - № 3. - S. 41–43.*

6. Kurchevskiy, S.M. *Uluchshenie maloproduktivnykh supeschanykh dernovopodzolistykh pochv pri vnesenii organo-mineral'nykh udobreniy i mikrobiologicheskoy dobavki [Tekst] / S.M. Kurchevskiy, D.V. Vinogradov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. - 2014. - № 1 (21). - S. 47-51.*

7. Ushakov, R.N. *Fiziko-khimicheskiy blok plodorodiya agroseroy pochvy [Tekst] / R.N. Ushakov, D.V. Vinogradov, N.A. Golovina // Agrokhimicheskiy vestnik. - 2013. - № 5. - S. 12-13.*

8. *Fiziko-khimicheskaya model' plodorodiya seroy lesnoy pochvy kak informacionnoy osnovy ee ustoychivosti k neblagopriyatnym vozdeystviyam [Tekst] / R.N. Ushakov, D.V. Vinogradov, V.I. Gusev, A.N. Zubecz // Pochvy Azerbaydzhana: genezis, geografiya, melioraciya, racional'noe ispol'zovanie i ehkologiya : materialy mezhdunar. nauch. konf. – Baku-Gabala : NAN Azerbaydzhana, 2012. – S. 1013-1018.*

9. Fad'kin, G.N. *Rol' dlitel'nosti primeneniya form azotnykh udobreniy v formirovanii urozhaya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh Yuga Nechernozem'ya [Tekst] / G.N. Fad'kin, D.V. Vinogradov // Mezhdunarodnyy tekhniko-ehkonomicheskii zhurnal. - 2014. - № 2. - S. 80-84.*

УДК 639.311

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВЕДЕНИЯ ПАРСКОГО КАРПА

КОРОВУШКИН Алексей Александрович, д-р биол. наук, профессор кафедры зоотехнии и биологии Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, научный консультант ОАО «Рязаньрыбпром», korovuschkin@mail.ru

БУДАНОВА Клавдия Исаевна, заслуженный работник рыбного хозяйства РФ, начальник племенного участка, заведующая лабораторией отделения «рыбхоз Пара» ОАО «Рязаньрыбпром»

Цель работы явилось описание современного состояния парской породы карпа, методы его создания, современная характеристика и методы его дальнейшего совершенствования. Представлены материалы по современному состоянию племенного стада парского карпа и перспективам работы с ним на родине его выведения – рыбхозе Пара. Патентообладателями парского карпа являются ОАО «Рязаньрыбпром» и ВНИИПРХ. Парская порода выведена на основе гибридизации исходной группы карпа с амурским сазаном и жесткого массового отбора.

Ключевые слова: рыбоводство, парский карп, селекция, ОАО «Рязаньрыбпром»

Введение

Парский карп – порода карпа прудового *Cyprinus carpio* L.– создан путем длительной селекции в «рыбхозе Пара» Рязанской области при непосредственном участии ФГУП ВНИИ пресноводного рыбного хозяйства. Данное хозяйство является структурным подразделением ОАО «Рязаньрыбпром». Кроме этого, в объединении занимаются разведением ленского осетра, радужной форели и других видов рыб. ОАО «Рязаньрыбпром» является активным членом ассоциации «Росрыбхоз». В 2004 году ОАО «Рязаньрыбпром» была присвоена категория племенного завода и получена лицензия на ведение селекционно-племенной работы.

История выведения парского карпа

Входящее в состав ОАО «Рязаньрыбпром» рыбоводное хозяйство отделение «рыбхоз Пара» введено в эксплуатацию в 1933 году в Сараевском районе Рязанской области. Уже к середине 50-х годов рыбхоз «Пара» стал одним из крупнейших высокоинтенсивных полносистемных прудовых хозяйств.

С 1949 года установилось творческое сотрудничество между рыбхозом «Пара» и ВНИИПРХом (Всесоюзным научно-исследовательским институтом прудового рыбного хозяйства). В рыбоводном

хозяйстве «Пара» с 1950 года особое внимание уделялось селекционно-племенной работе, направленной на улучшение продуктивных качеств стада чешуйчатого карпа и карпа с разбросанной чешуей, а также организации двухлинейного разведения.

Проводилась целенаправленная на повышение плодовитости селекция гибридов карпа с амурским сазаном, впервые полученных в 1950 г. в рыбхозе «Пара».

С 1952 г. селекционно-племенная работа в рыбхозе «Пара» проводилась под руководством доктора биологических наук К.А. Головинской.

В 1964 г. в рыбхоз «Пара» из Донрыбкомбината и ЭПО «Якоть» ВНИИПРХ были завезены производители украинского разбросанного карпа.

В 1965 г. получено первое потомство между помесными отводками М и УМ, среди которых применили отбор лучших годовиков с напряженностью 20 %, а осенью – двухлетков с напряженностью отбора 30 %.

С 1971 года начато массовое воспроизводство и внедрение потомства от племенного стада парского карпа.

С 1975 года, с момента создания во ВНИИПРХе лаборатории биотехники производства рыбопоса-



дочного материала, в рыбхозе «Пара» активизировалась деятельность опорного пункта по выращиванию сеголетков карпа и растительоядных рыб. Внедрение разработанной технологии в рыбхозе «Пара» позволило довести рыбопродуктивность выростных прудов до 20-23 ц/га при нормативной массе сеголетков карпа и растительоядных рыб. С 1977 года в производственные выростные пруды сажали только подроженную молодь массой 25-30 мг, что позволило значительно повысить выживаемость сеголетков.

Основные положения селекционно-племенной работы в рыбоводстве с учетом состояния этой отрасли, её перспективные задачи были сформулированы в 1978 году в Постановлении Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему развитию рыбоводства и увеличению вылова рыбы в пресноводных водоемах страны», которое предусматривало создание сети репродукторов при существующих и строящихся зональных рыбопитомниках. В 1978 г. в рыбхозе «Пара» организован племрассадник, в котором предусматривалось производство личинок не только для зарыбления собственных прудов, но и для других хозяйств Рязаньрыбпрома и других областей. Специализированные репродукторы могут входить в состав и полносистемных хозяйств, как это имеет место, например, в отделение «рыбхоз Пара» Рязанской области.

С 1979 года проводится работа по внедрению парского карпа в промышленные хозяйства Центральной и Центрально-Черноземной зон страны.

В 60-80-е годы рыбхоз «Пара» являлся школой передового опыта по биотехнологиям производства рыбопосадочного материала и товарной рыбы. Ежегодно в рыбхоз приезжали рыбоводы и бригадиры из других областей средней полосы для обмена опытом. С участием научных сотрудников ВНИИПРХа регулярно проводились семинарские занятия по подготовке кадров и повышению их квалификации.

Работу по выведению парского карпа осуществляли на основе гибридизации, массового отбора, а также создания оптимальных условий для содержания производителей и ремонта, и организации промышленного скрещивания, позволяющего избежать вредных последствий инбридинга.

Основным методом селекции был массовый отбор на повышение плодовитости при заводском методе воспроизводства и по массе рыбы. А основным показателем отбора была его напряженность.

В приказе Государственного агропромышленного комитета СССР (Госагропром СССР) от 24 марта 1987 г. № 197 указано, что в результате длительной и целенаправленной работы специалистов рыбхоза «Пара» Рязаньрыбпрома «Росрыбхоза» при Госагропроме РСФСР и Всесоюзного научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства Минрыбхоза СССР создана высокопродуктивная порода парского карпа, предназначенного для разведения и промышленного использования в прудовых хозяйствах Центрального и Центрально-Черноземного районов РСФСР.

В целом можно сказать, что данная порода создана на основе гибридизации исходной группы карпа с амурским сазаном, в данной работе использовался жесткий массовый отбор. Животные характеризуются высокой плодовитостью, хорошим темпом роста и высокой выживаемостью. Созданное стадо карпа на момент создания превышало рыбоводно-биологические нормы в 3-5 раз. Выход годовиков из зимовальных прудов выше на 22-25%. На момент апробации поголовье новой породы карпа составило 2460 гнезд производителей и свыше 30000 ремонтного поголовья.

Авторами породы признали следующих специалистов:

Боброву Юлию Павловну – ведущего научного сотрудника сектора селекции рыб ВНИИПРХ (долевое участие 11 %);

Воронкову Эльвину Васильевну – бывшего главного рыбовода рыбхоза «Пара» «Рязаньрыбпрома» (долевое участие 17 %);

Елсуфимову Лидию Александровну – начальника селекционно-племенного участка рыбхоза «Пара» «Рязаньрыбпрома» (долевое участие 17 %);

Головинскую Ксению Алексеевну (посмертно) – бывшую заведующую лабораторией генетики и селекции ВНИИПРХ (долевое участие 12 %);

Щелокову Полину Макаровну – бывшего старшего рыбовода рыбхоза «Пара» «Рязаньрыбпрома» (долевое участие 12 %);

Тимирова Нила Тавангировича – директора рыбхоза «Пара» «Рязаньрыбпрома» (долевое участие 8 %);

Лаврухину Серафиму Ивановну – рыбовода селекционно-генетического центра ВНИИПРХ «Рязаньрыбпрома» (долевое участие 7 %);

Гарина Анатолия Григорьевича – старшего научного сотрудника ВНИИПРХ (долевое участие 5 %);

Полянского Александра Анатольевича – главного рыбовода рыбхоза «Пара» «Рязаньрыбпрома» (долевое участие 5 %). Современная характеристика парского карпа в хозяйстве-оригинаторе

Порода парского карпа включает в себя две внутривидовые группы рыб:

– чешуйчатые карпы (отводок М);

– разбросанные карпы (отводок УМ).

Чешуйчатые карпы получены путем гибридизации между беспородным местным разбросанным карпом и амурским сазаном с последующей селекцией гибридов в шести поколениях. Назван отводок М по принципу – «местный» карп. Рыбы отводки М имеют сплошной чешуйчатый покров, а разбросанные в данном случае отбраковываются.

Разбросанный карп получен в 1965 году путем скрещивания украинского рамчатого карпа (У) с чешуйчатым местным парским карпом (М), к 1978 г. получено 3-е поколение селекции данной отводки, которое названо украинско-местным карпом (УМ). Отводок УМ состоит только из разбросанных карпов, т.к. чешуйчатые были выбракованы в данном варианте еще в первом поколении.

Установлено, что чешуйчатый парский карп является носителем рецессивного гена s, фенотипический радикал S-пп. В потомстве дает расщепление на чешуйчатых и разбросанных. Доля разбросанных карпов составляет 10-14 %, количе-



ство гомозигот SSnn составляет около 60 %.

Данные группы рыб различаются по чешуйчатому покрову и предназначены для скрещивания между собой для получения промышленных гибридов (между собой или с амурским сазаном), обладающих гетерозисным эффектом по основным рыбоводным показателям.

На базе рыбхоза был выделен специализированный участок, включающий пруды для выращивания племенного материала разных возрастных групп карпа, инкубационный цех для воспроизводства, пруды для подращивания личинок.

Основные отличительные черты породы парского карпа – высокая плодовитость самок при естественном нересте и заводском методе воспроизводства. При гипофизарных инъекциях 91-98 % самок отдают икру. Парский карп также характеризуется высокой жизнестойкостью и хорошим ростом.

Наличие высокопродуктивных производителей позволяет рыбхозу «Пара» полностью обеспечивать себя молодь карпа, выращивать рыбопосадочный материал и товарную рыбу в нужном объеме.

Направленная селекция парского карпа к 1989

г. позволила значительно повысить плодовитость самок, а, следовательно, увеличить выход товарной продукции от одного гнезда. Рабочая плодовитость у самок в среднем по стаду составила 585-776 тыс. личинок, выход личинок от заложённой на инкубацию икры находился в пределах 60-78 %. Плодовитость элитных самок достигала 850-920 тыс. штук икринок, выход личинок на одну самку – 550-690 тыс. штук. В целом продуктивность одного гнезда парского карпа или выход товарной продукции на одно гнездо в 2,5-4,0 раза превышает рыбоводно-биологические нормативы.

Рыбопродуктивность как выростных, так и нагульных прудов превышает сравниваемые с ним контрольные группы местного карпа, а также рыбоводно-биологические нормы на 108-325 %. Выход годовиков из зимовальных прудов достигает 92-97 %.

Парский карп хорошо отселекционирован и консолидирован. Рекомендуется для разведения и использования в промышленных хозяйствах I-IV зон рыбоводства России (табл. 1) как в чистоте, полностью заменив беспородного карпа, так и для промышленного скрещивания с местными стадами карпа.

Таблица 1 – Рекомендации для разведения парского карпа в различных рыбоводных зонах России

К 1-й зоне (60-75 дней в году с температурой более 15 градусов Цельсия) прудового рыбоводства относятся следующие области и регионы:	2-я зона (количество дней в году с температурой более 15 градусов составляет от 76 до 90) прудового рыбоводства включает в себя:	В 3-ю зону (число дней в году с температурой более 15 градусов: 91-105) рыбоводства включены:	4-я рыбоводная зона с количеством дней 106-120, когда температура выше 15 градусов Цельсия, включает в себя:
Бурятская Республика - южная часть Удмуртская Республика - южная часть Красноярский край Хабаровский край - южная часть Тверская область Ивановская область Кемеровская область Новосибирская область Омская область Псковская область Московская область - северная часть Нижегородская область - северная часть Иркутская область - южная часть Вятская область - южная часть Костромская область - южная часть Ленинградская область - южная часть Пермская область - южная часть Свердловская область - южная часть Тюменская область - южная часть Читинская область - южная часть Ярославская область - южная часть	Республику Башкортостан - северная часть Республику Татарстан - северная часть Еврейскую автономную область Хакаский автономный округ Алтайский край Владимирскую область Калужскую область Курганскую область Рязанскую область Смоленскую область Тульскую область Челябинскую область Московскую область - южная часть Нижегородскую область - южная часть	Республика Мордовия Республика Башкортостан - южная часть Республика Татарстан - южная часть Приморский край - южная часть Брянская область Курская область Липецкая область Орловская область Пензенская область Самарская область Тамбовская область Ульяновская область Рязанская область - южная часть	Белгородскую область Воронежскую область Оренбургскую область Саратовскую область



Парский карп описывается во всех современных учебниках и учебных пособиях, посвященных прудовому рыбоводству.

В настоящее время порода рыб «карп парский» внесена в государственный реестр селекционных достижений под № 9357401.

Согласно молекулярно-генетическим исследованиям, проведенным совместно с ФГУП «ФСГЦР», получены следующие характеристики парского карпа по частотам встречаемости аллелей микросателлитных локусов (табл. 2):

Таблица 2 – Молекулярно-генетическая характеристика парской породы карпа (частоты встречаемости аллелей микросателлитных локусов)

Lic18		Cy36		Hlj1067		Hlj1114		Hlj1177		Hlj1144		Hlj1230	
Размер аллелей, пн	Частота встречаемости, %	Размер аллелей, пн	Частота встречаемости, %	Размер аллелей, пн	Частота встречаемости, %	Размер аллелей, пн	Частота встречаемости, %	Размер аллелей, пн	Частота встречаемости, %	Размер аллелей, пн	Частота встречаемости, %	Размер аллелей, пн	Частота встречаемости, %
134	0	92	11	106	0	108	50	127	24	144	0	145	62,3
141	11,5	94	36,5	113	8	110	0	129	0	148	83,5	147	0
147	25	98	40	119	24,3	121	50	133	33,5	150	0	149	0
156	0	100	12,5	125	0	123	0	135	36,5	152	0	151	0
159	12,4	104	0	128	0	135	0	136	6	210	12,5	153	0
160	0	126	0	131	0	137	0	-	-	214	4,0	159	31,2
164	0	144	0	150	45,7	142	0	-	-	-	-	161	6,5
174	0	148	0	153	22	147	0	-	-	-	-	-	-
176	0	-	-	162	0	149	0	-	-	-	-	-	-
178	0	-	-	-	-	150	0	-	-	-	-	-	-
184	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
186	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
191	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
192	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
193	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
194	4,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
201	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
202	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
212	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Экстерьерные показатели племенного стада парского карпа выглядят следующим образом (табл. 3):

Таблица 3 – Экстерьерные показатели племенного стада парского карпа

Показатели	Самки		Самцы	
	ММ	УМ	ММ	УМ
Средняя масса, кг	9,1	9,3	6,8	7,4
Высокоспинность, L/H	3,0	3,1	2,9	2,9
Толщина тела, B/L, %	22,7	23,1	19,4	19,7
Обхват тела O/L, %	87,9	88,3	79,0	81,1
Длина головы C/L, %	26,1	26,5	22,0	22,9
Коэффициент упитанности	3,1	3,0	3,0	2,9



Перспективы разведения парского карпа

В настоящее время в рыбхозе «Пара» реализуются следующие селекционно-племенные мероприятия:

1. Закладка и формирование племенной генерации парского карпа чешуйчатых отводков XII, XIII поколения следующей схеме:

♀♀ MM XII поколения 2009 г.р. × ♂♂ MM XII поколения 2010 г.р.;

♀♀ MM XII поколения 2010 г.р. × ♂♂ MM XII поколения 2012 г.р.;

♀♀ MM XIII поколения 2012 г.р. × ♂♂ MM XIII поколения 2012 г.р.

2. Закладка и формирование племенной генерации парских разбросанных карпов IX, X, XI поколений

♀♀ УМ IX поколения 2009 г.р. × ♂♂ УМ IX поколения 2009 г.р.;

♀♀ УМ X поколения 2011 г.р. × ♂♂ УМ X поколения 2009 г.р.;

♀♀ УМ XI поколения 2011 г.р. × ♂♂ УМ XI поколения 2011 г.р.

3. Начата работа по повышению резистентности парского карпа.

Селекционная работа в рыбхозе «Пара» проводится заслуженным работником рыбного хозяйства РФ Будановой К.И.

При соблюдении рекомендаций по выращиванию парский карп проявляет высокие генетические задатки, благодаря чему с успехом разводится в России в следующих регионах: Московской, Рязанской, Тульской, Тверской, Тамбовской, Кировской, Владимирской, Воронежской, Липецкой, Нижего-

родской, Пензенской, Орловской, Ивановской, Самарской, Саратовской и др. областях. Завозился парский карп в КНР.

Патентом на селекционное достижение № 1934 по парской породе обладают ВНИИПРХ и ОАО «Рязаньрыбпром» (рыбхоз «Пара»).

Награды парского карпа на выставке «Золотая осень»:

2004 – золотая медаль, 2006 – золотая медаль, 2007 – золотая медаль, 2008 – золотая медаль; большая золотая медаль, 2009 – серебряная медаль, 2010 – золотая медаль, 2011 – золотая медаль, 2012 – золотая медаль, 2013 – золотая медаль, 2014 – золотая медаль, 2015 – золотая медаль.

Список литературы

1. Основные итоги селекции парского карпа [Текст] / Ю. М. Боброва, А. Г. Гарин, С. И. Лаврухина и др. // Селекция рыб : сб. науч. тр. – М. : Агропромиздат, 1989. – С.19-26.

2. Головинская, К. А. Инструкция по селекционно-племенной работе в рыбхозах [Текст] / К. А. Головинская. – М. : ВНИИПРХ, 1975. – 25 с.

3. Каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ [Текст]. – М., 2001. – 206с.

4. Крючков, А. А. Рыбхоз «Пара»: история хозяйства и людские судьбы [Текст] : краеведческий сб. / А. А. Крючков. – Рязань : Первопечатник, 2013. – Кн. 1. – 688 с.

5. Рекомендации по разведению и промышленному использованию племенного стада парского карпа [Текст]. – ВНИИПРХ, 1979. – 31 с.

PERSPECTIVES OF PARSK CARP FARMING

KOROVUSHKIN Alexey A., Doctor of Biological Science, Full Professor of Animal Science and Biology Faculty, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Science Consultant of JSC "Ryazanrybprom", korovushkin@mail.ru

BUDANOVA Klavdiya I., Honored Worker of RF Fish Farming, Head of Pedigree Sector, Head of the Lab of "Rybkhoz Para" Department at JSC "Ryazanrybprom"

The purpose of the work has been describing the current state of Parsky breed carp, methods of its creation, advanced features and techniques for its further improvement. We have presented materials on the current state of breeding herd of Parsky carp and the prospect of farming it in its homeland, fish farm Para. The patentees of Parsky carp are JSC "Ryazanrybprom" and VNIIPRKh. They have derived the Parsky breed based on the hybridization of the original group of carp with Amur carp and hard mass selection.

Key words: fish farming, Parsk carp, breeding, JSC "Ryazanrybprom"

Literatura

1. Osnovnye itogi selekcii parsko gokarpa [Tekst] / Yu.M. Bobrova, A.G. Garin, S.I. Lavrukhina i dr. // Selekcija ryb : sb. nauch. tr. – M. : Agropromizdat, 1989. – S.19-26.

2. Golovinskaya, K.A. Instrukciya po selekcionno-plemennoy rabote v rybkhozakh [Tekst] / K.A. Golovinskaya. – M. : VNIIPRKh, 1975. – 25 s.

3. Katalog porod odomashnennykh form ryb Rossii i SNG [Tekst]. – M., 2001. – 206 c.

4. Kryuchkov, A.A. Rybkhoz «Para»: istoriya khozyaystva i lyudskie sud'by [Tekst] : kraevedcheskiy sb. / A.A. Kryuchkov. – Ryzan' : Pervopechatnik, 2013. – Kn. 1. – 688 s.

5. Rekomendacii po razvedeniyui promu shlennomu ispol'zovaniyu plemennogo stada parskogo karpa [Tekst]. – VNIIPRKh, 1979. – 31 s.



УДК 632.51(470.313)

О ФАКТОРАХ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ СЕГЕТАЛЬНОЙ ФЛОРЫ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

ПАЛКИНА Тамара Александровна, канд. биол. наук, доцент, t.a.palkina@mail.ru

В составе сегетальной флоры Рязанской области в 1997-2013 гг. было выявлено 263 вида сорных растений. Рассматривается роль основных природных и антропогенных факторов в формировании сорного компонента агрофитоценозов на основании полевых наблюдений, а также анализа статистических данных и литературы. Современная сегетальная флора Рязанской области сложилась под влиянием разнообразия природных условий региона (зон смешанных лесов, широколиственных и лесостепной), существующей структуры посевных площадей (преобладают зерновые: в среднем за 2009-2013 гг. – 64,1 %), комплекса применяемых агротехнических мероприятий и химических средств защиты. В условиях «глобального потепления климата» отмечается более активное распространение заносных растений, в том числе карантинных, преимущественно на антропогенных местообитаниях вне полей. За период исследований наблюдалось возрастание интенсивности использования гербицидов. В этих условиях особенно важно проводить регулирующие мероприятия с учетом видового состава основных сорных растений конкретных территорий и осуществлять постоянный мониторинг распространения видов в посевах и за их пределами.

Ключевые слова: агрофитоценозы, сегетальная флора, экологические факторы

Введение

В составе агрофитоценозов сорные растения являются постоянными спутниками и в то же время конкурентами культурных растений, снижающими их урожай. Внимание исследователей и практиков всегда привлекал вопрос о роли в засоренности посевов различных факторов агросреды и создающей её человека. На формирование сорного компонента агрофитоценозов оказывает влияние комплекс факторов: природные (почвенно-климатические, рельеф), биотические (биологические свойства культур и сорных растений, их конкурентные отношения в агрофитоценозе); антропогенные (структура посевных площадей, механическая обработка почвы, химизация, севообороты и др.).

Материалы и методы

Данные о видовом составе сорного компонента агрофитоценозов и обилии видов на территории Рязанской области были получены в результате полевых исследований, выполнявшихся в 1997-2014 гг. маршрутно-рекогносцировочным методом на основании рекомендаций ВИР по геоботаническому обследованию посевов. Роль различных факторов в формировании современной сорно-полевой флоры рассматривается на основании анализа литературных источников, отчетов областной Станции защиты растений и статистических данных по состоянию сельского хозяйства в Рязанской области.

Результаты и обсуждение

Под действием складывающихся условий сегетальная флора региона в каждый конкретный период времени имеет определенную специфику видового состава и обилия видов. Особенности её современной структуры рассматривались ранее [4].

Первоочередное значение в территориальном распределении видов растений, в том числе и сорных, имеет географическое положение региона, которым обусловлены количество тепла, влаги, континентальность климата, типы почв. В пределах ареала от сочетания данных условий зависит уровень вредоносности сорного растения.

Видовое разнообразие сегетальной флоры, выявленное на территории Рязанской области значительно – 263 вида, из них 27 являются ведущими. Это разнообразие обусловлено отчасти и климатическими условиями трех природных зон в пределах региона. В составе флоры имеются растения, специфичные для агрофитоценозов пойменных земель, встречающиеся только или чаще в посевах лесной зоны и лесостепи.

В отношении действия временных изменений климата известно о возрастании засоренности во влажные годы и снижении в засушливые. В агрофитоценозах области наблюдалось в более влажных условиях возрастание обилия подмаренника цепкого – *Galium aparine*, осота полевого – *Sonchus arvensis*, и др. видов; в засушливые годы в посевах возрастала роль полыни горькой – *Artemisia absinthium*, выюнка полевого – *Convolvulus arvensis*. Соответствующие явления происходят и в пределах длительных промежутков времени.

Признано, что климатические изменения современного периода связаны с процессами «глобального потепления». По данным С.А. Тобратова [5] на территории Рязанской области климатическая динамика с начала прошлого века сопровождается ростом ресурсов тепла и влаги, так что в начале XXI века климатические условия для сельскохозяйственных культур стали более благоприятными, чем в середине прошлого века в целом в



1,5-2 раза. В то же время в условиях «глобального потепления» намечается к 2030 г. тенденция перехода к возрастанию тепла и сухости климата. Для сорных растений, большинство которых имеет средиземноморское и ирано-туранское происхождение, такие условия будут особенно благоприятными.

Динамику засоренности посевов в связи с климатическими изменениями за длительный период времени можно проследить только при систематически проводимых исследованиях. Такие данные получены, например, для областей степной зоны Украины и России: в посевах кукурузы за последние 60 лет отмечено возрастание общей численности сорняков в 3,6 раза; обилие однолетних растений выросло в 4,1 раза; увеличилось и число видов [3]. В этом регионе наблюдающееся потепление климата также сопровождалось повышением температуры воздуха и количества осадков. В Рязанской области такие работы не проводились, но можно предполагать, что по сравнению с серединой XX века гидротермические условия благоприятствуют в её пределах и однолетним, и многолетним сорным растениям.

Климатические изменения способствуют продвижению на север более южных растений, в том числе сорно-полевых, а также акклиматизации видов, заносимых с географически отдаленных территорий. В агрофитоценозах лесостепных районов области стали обильнее степные растения: синяк обыкновенный – *Echium vulgare*, чистец однолетний – *Stachys annua* и др., распространилась элизанта ночецветная – *Elisanthe nociflora*. Североамериканское растение циклахена дурнишниковидная – *Cyclachaena xanthiifolia*, заросли которой отмечались ранее только в самых южных районах области в населенных пунктах и у ферм, стала появляться и в посевах, вид также осваивает все новые территории за их пределами: распространяется в Пронском районе (в последнее время отмечена в с. Тырново), появилась и в лесной зоне – в г. Рязань (п. Строитель, вдоль шоссе) и севернее (с. Высокое).

Источником пополнения сорными растениями состава агрофитоценозов являются различные антропогенные местообитания за пределами полей (в том числе залежи), площади их увеличиваются и возрастает число заносимых на их территорию видов. Этот фактор должен учитываться при организации мер фитосанитарного контроля.

В разных регионах мира усиление миграций растений, в том числе межконтинентальных, наблюдается начиная с середины XX века – в результате возрастания торговых связей и перемещения людей; играет роль и климатический фактор. В европейской части России заносных видов насчитывается более тысячи. В Рязанской области к 2015 г. число адвентивных видов достигло 404 видов. За последнее десятилетие в результате целенаправленных исследований состав региональной флоры пополнился 118 таксонами адвентивных растений (виды, подвиды), из их числа 98 видов было найдено автором. Были выявлены новые местонахождения редких адвентивных видов

флоры.

Особенности заноса новых видов поясняет хронология их обнаружения. К 2004 г. М.В. Казаковой в регионе было отмечено 286 чужеземных видов, преимущественно это были виды, занесенные случайно. За пятилетие, с 2004 г. по 2008 г. было обнаружено 33 новых вида, среди них большая часть – дикорастущие. В последующие годы выявлено 85 видов, причем преобладают среди них культурные растения, которые самопроизвольно расселяются из мест культивирования или сохраняются в них длительное время. Составляют эту группу преимущественно декоративные интродуценты (ворсянка посевная – *Dipsacus sativus*, гайлардия остистая – *Gaillardia aristata*, ипомея пурпурная – *Ipomoea purpurea*, рудбекия волосистая – *Rudbeckia hirta*, садовые астры – *Callistephus chinensis*, флокс метельчатый – *Phlox paniculata* и др.). Эти растения обнаруживаются чаще всего на сорных местах, у дорог, заборов в дачных поселках и в населенных пунктах. Меньше отмечено дичающих огородных культур – 15 видов (баклажан – *Solanum melongena*, латук посевной – *Lactuca sativa*, лук репчатый – *Allium cepa*, Melissa лекарственная – *Melissa officinalis*, русские бобы *Vicia faba* и др.). Полевые культурные растения – 5 видов – найдены в посевах других культур и вдоль транспортных путей (кукуруза – *Zea mays*, пшеница твердая – *Triticum durum*, сорго суданское – *Sorghum sudanense*, соя обыкновенная – *Glycine max*). Ряд впервые зарегистрированных в последние годы видов, особенно сельскохозяйственных культур, безусловно, встречались и раньше, но многие декоративные растения стали распространяться в результате более активного выращивания населением в последние годы.

В Рязанской области в составе агрофитоценозов в настоящее время присутствует 70 % растений, которые отмечены на рудеральных местообитаниях. Изначально адвентивные виды расселяются в рудеральных сообществах и пополняют группу видов сеgetального потенциала, некоторые из них затем проникают в посевы. За последние 70 лет состав агрофитоценозов в регионе дополнился 46 новыми адвентивными видами, которые пока что встречаются в посевах изредка (костер японский – *Bromus japonicus*, крестовник густоцветковый – *Lepidium densiflorum*, латук татарский – *Lactuca tatarica*, мелколепестник однолетний – *Erigeron annuus* и др.).

В посевах нами отмечены четыре новых для региональной флоры вида: очный цвет полевой – *Anagallis arvensis*, кипрей четырехгранный – *Epilobium tetragonum*, мелколепестник подольский – *Erigeron podolicus*, подорожник топяной – *Plantago uliginosa*; обнаружен торичник солончаковый – *Spergularia salina*; в частных посадках картофеля найден степной вид воловик восточный – *Anchusa orientalis*.

Один из новых видов, активно распространяющийся вне полей в результате культивирования – овсяница тростниковидная – *Festuca arundinacea*, уже отмеченная во многих регионах России. Это кормовая культура, а в г. Рязань используется как

газонная. Впервые отмечена дичающей в области в 2007 г. Вид активно расселяется в последнее пятилетие в основном вдоль шоссе разных направлений, также заносится на придорожные луговины, на газоны в населенных пунктах, может проникать и в посевы.

В последние годы на территории области участились случаи регистрации карантинных растений на антропогенных местообитаниях за пределами полей: амброзии полынолистной – *Ambrosia artemisiifolia* (на железной дороге и в населенных пунктах); повилики равнинной – *Cuscuta campestris* (вдоль шоссе, на пустырях и особенно у ферм). В г. Рязань отмечены небольшие популяции амброзии полынолистной, возобновляющиеся в течение последних 3-4-х лет, что говорит о продвижении вида на север в пределах потенциального ареала. Реже отмечался горчак ползучий – *Acroptilon repens* (в основном вдоль железной дороги). Высказано мнение, что этот более южный вид, не представлявший опасности для агроэкосистем лесной и лесостепной зон, будет постепенно приобретать адаптации к их условиям.

Известно, что на состав и обилие сорных видов в агрофитоценозах оказывают влияние сами культурные растения как эдификаторы. Но все же в существующих природных условиях региона главную роль в формировании сорного компонента полевых сообществ играют антропогенные факторы: набор и размещение культур, агротехнические приемы их возделывания (чередование культур, система обработки почвы, оптимизация минерального питания, сроки посева, нормы высева и др.), а также мероприятия химической защиты. В разных регионах страны и за рубежом по результатам специальных исследований накоплен большой материал о влиянии данных факторов на засоренность (С.А. Котт, 1961; А.В. Воеводин, 1978; С.А. Воробьев, 1982; А.М. Туликов, 1982; А.В. Филюнов, 1982; Р.С. Кираев, 1986; Баздырев, 1955; А.В. Захаренко, 1997, 2000 и др.).

Набор возделываемых культур и их доля в общей площади посевов оказывают влияние на структуру сеgetальной флоры в связи с приуроченностью сорных видов к ритмам развития культурных растений, а также к технологии их выращивания. В структуре посевных площадей области преобладают зерновые культуры: в среднем за 2009-2013 гг. – 64,1 %, %, она показана на рисунке.

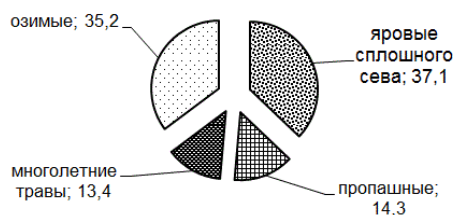


Рис. – Структура посевных площадей в среднем за 2009-2013 гг.

Соответственно агрогруппам культур (озимых, яровых, пропашных, многолетних трав) в сеге-

тальной флоре среди наиболее распространенных видов представлены ранние яровые (марь белая – *Chenopodium album*, горец вьюнковый – *Polygonum convolvulus*, пикульник двунатерзанный – *Galeopsis bifida* и др.), поздние яровые (ежовник куриное просо – *Echinochloa crusgalli*, щирица запрокинутая – *Amaranthus retroflexus*, щетинник сизый – *Setaria pumila*), значительна роль зимующих и озимых (пастушья сумка – *Capsella bursa-pastoris*, ромашка непахучая – *Matricaria perforata*, фиалка полевая – *Viola arvensis* и др.), с посевами многолетних трав получили распространение многочисленные многолетние и двулетние растения (одуванчик лекарственный – *Taraxacum officinale*, пижма обыкновенная – *Tanacetum vulgare*, цикорий обыкновенный – *Cichorium intybus*, щавель курчавый – *Rumex crispus*, дрема белая – *Melandrium album* и др.).

Регулирующее воздействие на все биогруппы сорных растений оказывает правильное чередование культур в севообороте. Исследованиями было показано, что севооборот очищает поля от сорняков и почвенного запаса их семян более эффективно, чем в бессменных посевах даже при систематической химической прополке. Однако наблюдаемые нередко нарушения севооборотов является одной из причин возрастания засоренности.

Важнейшими приемами, которые целенаправленно используются для регулирования сорного компонента в агрофитоценозах, являются механическая обработка почвы и химический метод. При рациональном и своевременном проведении механической обработки почвы снижение засоренности малолетними и многолетними растениями может достигать 50-60 %. В то же время длительное применение минимальной обработки почвы без использования гербицидов приводит к заметному увеличению численности многолетних сорных видов: бодяка полевого – *Cirsium arvense*, осота полевого, вьюнка полевого, пырея ползучего – *Elytrigia repens*, хвоща полевого – *Equisetum arvense*.

Химический метод в борьбе с засоренностью посевов получил широкое распространение в стране и в области в 70-х – 80-х годах XX века. Исследованиями, проведенными в Рязанском НИПТИ АПК, установлено, что своевременное применение гербицидов с учетом видового состава сорных растений способствует снижению засоренности посевов на 90% [2]. Выявлены гербициды, оказывающие эффективное действие на основные вредоносные сорные растения, в том числе на трудноискоренимые многолетние виды.

В конце XX века в период структурных изменений в аграрном секторе экономики при недостатке материально-технических ресурсов интенсивность использования гербицидов снизилась. По данным Станции защиты растений Рязанской области в 2003 г. площадь посевов, обработанная гербицидами, сократилась в 3,4 раза по сравнению с 1986-90 годами и составила 114,3 тыс. га. За последнее десятилетие интенсивность ис-



пользования гербицидов возросла, особенно в последние годы. Объем использованных гербицидов в 2010-2012 г. в среднем достиг 299,2 т, тыс.л, площадь обработки (однократной) – 559 тыс.га, её доля от всей пашни составила 58,5 %.

Но и к действию этого фактора у сорных растений еще в 1980-х годах выработались адаптации. Во всем мире ежегодно пополняется список сорняков, образующих устойчивые популяции к разным классам гербицидов. В связи с резистентностью к гербицидам в области отмечено повышение степени участия в агрофитоценозах подмаренника цепкого – *Galium aparine*, чистеца однолетнего, дымянки лекарственной – *Fumaria officinalis*, фиалки полевой [2].

Установлено, что более высокий эффект достигается при применении гербицидов в комплексе с другими средствами химизации (минеральные удобрения, химические мелиоранты, фунгициды, инсектициды, регуляторы роста растений и др.), а также при использовании чередования культур, систем обработки почвы.

Удобрения, применяемые в качестве источника питательных веществ для культурных растений, влияют и на сорный компонент агрофитоценозов: способствуют подавлению сорных растений и уменьшению их вредности – при высоком уровне агротехники, но при её нарушении могут ухудшать фитосанитарное состояние посевов и почвы. Наибольшее количество минеральных и органических удобрений под сельскохозяйственные культуры в регионе вносилось в 1980-1990 гг. [6]. В 1990-2000 гг. внесение удобрений резко сократилось, и в последующие годы его уровень остается невысоким, но с тенденцией роста (минеральных удобрений – с 31 кг /га в 2005 г. до 55 кг /га в среднем за 5 лет к 2013 г.).

Интенсивность действия рассмотренных выше антропогенных факторов на состояние агроэкосистем зависит от уровня земледелия при определенных социально-экономических условиях в конкретные промежутки времени (Г.В. Мяков, В.И. Терехин, 1994; В.Н. Федоткин, 1995; М.М. Крючков, 1999; М.М. Крючков, М.В. Щетинин, 2012 и др.).

Период, предшествовавший проведению наших исследований (первая половина 1990-х годов), в регионе отличается резкий спад сельскохозяйственного производства, снижение обеспеченности техникой и использования удобрений. В этих условиях в результате различных нарушений технологии возделывания культур в агрофитоценозах отмечено распространение корнеотпрысковых и корневищных сеgetальных растений, рудеральных двулетних и многолетних видов, однолетних, устойчивых к применяемым гербицидам [2].

Начало XXI века характеризуется постепенным ростом производства продукции растениеводства, ростом урожайности культур [6,7]. В области совершенствуется культура земледелия. Как было отмечено, благоприятны в целом климатические условия периода, при которых более полно реализуется биологический потенциал культурных растений. Но как показали исследования, черты

сорного компонента агрофитоценозов, отмеченные ранее, сохраняются. Ведущая роль на современном этапе в оптимизации фитосанитарного состояния посевов остается за химическим методом. Меры по ограничению вредоносного влияния сорных растений не осуществляются полноценно по разным причинам (низкая обеспеченность техникой, недостаточное внесение удобрений, нарушаются севообороты и др.). Сорные растения как очень динамичная группа быстро реагируют на отступления от агротехники, сохраняют устойчивость, этому способствуют и благоприятные климатические условия периода.

Заключение

Сорный компонент агрофитоценозов Рязанской области сформировался в условиях разнообразия природных условий региона, при сложившейся структуре посевных площадей и комплекса применяемых агротехнических мероприятий. В последнее десятилетие сеgetальная флора характеризуется довольно высоким видовым разнообразием и обилием основных сорных растений – однолетних и многолетних. Видовой состав сорных растений агрофитоценозов и в настоящее время пополняется видами местными и дальнего заноса.

Среди факторов оптимизации фитосанитарного состояния агрофитоценозов возросла роль гербицидов. В этих условиях особенно важно проводить регулирующие мероприятия целенаправленно, с учетом видового состава основных сорных видов конкретных территорий. Сеgetальные растения не уступают своих позиций в агрофитоценозах, имеют богатый потенциал на заброшенных землях и в рудеральных экосистемах, в которые проникают все новые виды. В связи с этим необходим постоянный мониторинг распространения сорных растений в регионе и усиление профилактических мер.

Список литературы

1. Захаренко, А. В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия [Текст] / А. В. Захаренко. - М. : МСХА, 2000. – 468 с.
2. Зональные особенности защиты растений от сорняков в адаптивно-ландшафтном земледелии Рязанской области [Текст] / под ред. Спиридонова Ю. Я. и Полянского С. Я. – Рязань, 2004. – 149 с.
3. Конопля, Н. И. Изменение видового состава и обилия сорных растений в посевах кукурузы под влиянием антропогенных факторов и изменения климата [Текст] / Н. И. Конопля, О. Н. Курдюкова, Е. А. Жердева // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: материалы Третьего Всероссийского съезда по защите растений (16-20 декабря 2013 г.). - СПб. - Т. 2, - С. 287-289.
4. Палкина, Т. А. Структура сеgetальной флоры Рязанской области [Текст] / Т. А. Палкина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2015. – № 3 – С. 26-32.
5. Природа Рязанской области [Текст] : моногр. / В. А. Кривцов и др. – Рязань : РГУ. 2008. – 407 с.



6. Рязанской области 70 лет [Текст] : юбилейный стат. сб. – Рязань : Рязаньстат, 2007. – 476 с.

7. Рязанская область в цифрах. 2014 [Текст] : стат. сб. / – Рязань : Рязаньстат, 2014. – 258 с.

THE FACTORS OF FORMING OF MODERN SEGETAL FLORAE OF THE RYAZAN REGION

Palkina, Tamara A., Candidate of Biological Science, Associate Professor, t.a.palkina@mail.ru

В составе сеgetальной флоры Рязанской области в 1997-2013 гг. было выявлено 263 вида сорных растений. Рассматривается роль основных природных и антропогенных факторов в формировании сорного компонента агрофитоценозов на основании полевых наблюдений, а также анализа статистических данных и литературы. Современная сеgetальная флора Рязанской области сложилась под влиянием разнообразия природных условий региона (зон смешанных лесов, широколиственных и лесостепной), существующей структуры посевных площадей (преобладают зерновые: в среднем за 2009-2013 гг. – 64,1 %), комплекса применяемых агротехнических мероприятий и химических средств защиты. В условиях «глобального потепления климата» отмечается более активное распространение заносных растений, в том числе карантинных, преимущественно на антропогенных местообитаниях вне полей. За период исследований наблюдалось возрастание интенсивности использования гербицидов. В этих условиях особенно важно проводить регулирующие мероприятия с учетом видового состава основных сорных растений конкретных территорий и осуществлять постоянный мониторинг распространения видов в посевах и за их пределами.

Key words: agrocenoses, segetal flora, ecological factors

Literatura

1. Zakharenko, A.V. Teoreticheskie osnovy upravleniya sornym komponentom agrofitocenoza v sistemakh zemledeliya [Текст] / A.V. Zakharenko. – М. : MSKhA, 2000. – 468 с.
2. Zonal'nye osobennosti zashchity rasteniy ot sornyakov v adaptivno-andshaftnom zemledelii Ryazanskoy oblasti [Текст] / pod red. Spiridonova Yu.Ya. i Polyanskogo S.Ya. – Ryazan', 2004. – 149 с.
3. Konoplya, N.I. Izmenenie vidovogo sostava i obiliya sornykh rasteniy v posevakh kukuruzy pod vliyaniem antropogennykh faktorov i izmeneniya klimata [Текст] / N.I. Konoplya, O.N. Kurdyukova, E.A. Zherdeva // Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem: materialy Tre't'ego Vserossiyskogo s"ezdapo zashchite rasteniy (16-20 dekabrya 2013 g.). – SPb. – Т. 2, – С. 287-289.
4. Palkina, T.A. Struktura segetal'noy flory Ryazanskoy oblasti [Текст] / T.A. Palkina // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2015. – № 3 – С. 26-32.
5. Priroda Ryazanskoy oblasti [Текст] : monogr. / V.A. Krivtsov i dr. – Ryazan' : RGU. 2008. – 407 с.
6. Ryazanskoy oblasti 70 let [Текст] : yubileyny stat. sb. – Ryazan' : Ryazan'stat, 2007. – 476 с.
7. Ryazanskaya oblast' v cifrah. 2014 [Текст] : stat. sb. / – Ryazan' : Ryazan'stat, 2014. – 258 с.



УДК 631.95

ЭКОАДАПТИВНЫЕ АГРОТЕХНОЛОГИИ КАК ФАКТОР ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

ПОЛОЖЕНЦЕВ Валерий Петрович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры агрономии и агротехнологии, valeriy.polozhentsev@mail.ru

ЧЕРКАСОВ Олег Викторович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры технологии общественного питания, cherkasov@rgatu.ru

СТУПИН Александр Сергеевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры агрономии и агротехнологии, stupin32@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева

Целью исследований являлось теоретическое обоснование и практическая реализация некоторых элементов экоадаптивных агротехнологий в Центральном регионе России. Показан новый подход к решению вопросов рационального природопользования, формирования экологически безопасных, сбалансированных, высокопродуктивных, устойчивых агроландшафтов и экономически эффективных агротехнологий в современных условиях развития растениеводства.

Экоадаптивные агротехнологии предусматривают, что набор культур в севообороте должен соответствовать климатическим условиям подзоны, а чередование культур в севообороте должно быть адаптированным к агроландшафтным участкам. Перечень выращиваемых культур



и площади под ними необходимо определять в зависимости от направления производства животноводческой продукции, типа кормления и содержания скота, численности поголовья и продуктивности животных. Основу кормопроизводства в ближайшие годы должны составить многолетние травы. Многолетние травы должны занимать в 2-2,5 раза больше площади в структуре посевных площадей и севооборотов (не менее 25-30%) для обеспечения устойчивости сельскохозяйственных земель и плодородия почв, стабильности растениеводства. При этом следует учитывать конкретные почвенно-климатические условия, для которых лучше подходят травосмеси, чем чистые посевы трав, поскольку они меньше страдают от экстремальных погодных условий, вредителей и болезней, а значит, более урожайны и дольше сохраняются в культуре. Люцерна в условиях Центрального региона способна формировать два, а в некоторые годы и три укоса. В экод адаптивных агротехнологиях совершенствование систем обработки почвы связано с адаптацией их применения к разнообразным почвенно-климатическим, геоморфологическим, литологическим условиям и углубленной дифференциации с учетом характера рельефа, типа почв, подверженности различным деградационным процессам, состояния засоренности полей, различных требований возделываемых растений к свойствам почвы, особенностей её пахотного слоя, различной необходимости подавления сорняков, вредителей и возбудителей болезней, обуславливает применение различных систем обработки почвы не только под отдельные культуры, но и в севообороте. Даны конкретные рекомендации для повышения эффективности производства продукции растениеводства.

Ключевые слова: экод адаптивные агротехнологии, агроландшафт, предшественник, кормовые культуры, система обработки почвы.

Введение

Производство растениеводческой продукции базируется, прежде всего, на всестороннем использовании почвенно-климатических ресурсов. При этом предполагается рациональный учет техногенных, экологических, трудовых и других определяющих ресурсы факторов. Растениеводство является важнейшей отраслью сельского хозяйства, имеет в принципе не устранимые особенности. В частности, это то, что его основные средства производства – растения (выступающие в качестве предметов, а зачастую и продуктов труда) используют практически неорганические и экологически безопасные энергетические и сырьевые ресурсы природной среды (солнечную энергию, углекислый газ, азот и другие, биофильные элементы, атмосферные осадки и т.д.). В растениях, почве, агроэкосистемах и биосфере свободно протекают биологические процессы. Однако способности растений регулировать свою внутреннюю среду (например, тепловой и водный режимы) весьма ограничены и полностью зависят от почвенно-климатических и погодных условий, основные параметры которых оптимизировать за счет агротехники невозможно. Это вторая особенность растениеводства. И, наконец, практически все адаптивные свойства агроэкосистемы эволюционно и генетически predetermined (обусловлены).

Резкое повышение продуктивности сельскохозяйственных культур в начале XX столетия в промышленно развитых отраслях за счет применения техники, минеральных удобрений и пестицидов ознаменовало начало химико-техногенной интенсификации земледелия. Легкость, с которой достигалось повышение урожайности сельскохозяйственных культур, создала иллюзию возможности замены природных факторов техногенными. Однако агрономическая практика и дальнейшие расчеты показали, что данная модель интенсификации сельскохозяйственного производства крайне энергоемка. Причем обеспечить расчет урожайности на основе опережающего расчета затрат не восполняемой энергии практически невозможно ни в одном земледельческом регионе РФ. Систем-

ный анализ показывает, что преодоление энергетического дефицита (имеется в виду полное обеспечение хозяйства удобрениями, пестицидами, семенами, техникой и т.п.) при существующей химико-техногенной стратегии интенсификации растениеводства не решает проблему производства необходимого количества продуктов питания и сырья, не устраняет появившегося противоречия при этом, более того, многие противоречия обостряются из-за ресурсных или экологических ограничений.

Теоретические основы экод адаптивных агротехнологий

К 50-60-м годам прошлого столетия стало понятно, что при одностороннем химико-техногенном подходе к интенсификации растениеводства (переход к севооборотам с короткой растущей, а то и к монокультуре, широкое и повсеместное распространение генетически однородных сортов и гибридов, применение высоких доз минеральных удобрений, пестицидов, мелиорантов, скоростных и тяжелых колесных тракторов и т.д.) окружающая среда, как правило, загрязняется токсичными веществами, значительно возрастает водная и ветровая эрозия почвы, уменьшается видовое разнообразие полезной флоры и фауны, увеличивается опасность массового поражения агроценозов болезнями и вредителями, возникает реальная опасность для здоровья человека (остатки пестицидов, тяжелых металлов, нитраты и др.) и деградации природной среды. Использование генетически однотипных сортов и агроэкосистем снижает их способность к поддержанию экологического равновесия за счет механизмов саморегуляции. Конечно, в этих условиях возрастают не только генетическая и экологическая уязвимость посевов, но и их зависимость от применения во все больших масштабах техногенных средств. Получается замкнутый круг, в котором кризисное состояние экономики и экологии невозможно устранить за счет избытка техногенных средств.

Возникшие противоречия химико-техногенной интенсификации растениеводства predetermined в конце XX столетия многочисленные поиски



альтернативных систем земледелия. Появились биоорганическое, биодинамическое и интегрированное земледелие (Германия, Нидерланды, Швейцария), поддерживающее (США), адаптивное (Россия).

Слабым местом перечисленных биологических систем является то, что они отвергают возможность применения достижений промышленной революции (биорегуляторы, пестициды, минеральные удобрения и т.д.), в то время как химико-техногенная стратегия интенсификации растениеводства опирается на тысячелетний опыт, накопленный в земледелии, громадный научный потенциал в области генетики, экологии, ботаники, зоологии, агрохимии, почвоведения, микробиологии, биоценологии и др.

Общим недостатком химико-техногенных и альтернативных систем земледелия является явная недооценка в них более полного изучения и использования адаптивных реакций, механизмов и структур биологических компонентов в разных условиях их функционирования (организменном, популяционном, ценоотическом, экосистемном, ландшафтном, биосферном). Более того, все эти системы грубо нарушают принципы адаптивного природопользования, которые базируются на дифференцированном использовании местных почвенно-климатических и погодных условий, биологических и техногенных факторов, обеспечении оптимального соотношения между пашней, лугом, лесами и водоемами, почвозащитной и почвоулучшающей структуры посевных площадей, концентрации высокопродуктивных и экологически устойчивых агроэкосистем и агроландшафтов и др.

Особенно пагубно негативные последствия неадаптивного подхода к интенсификации растениеводства сказывается в нашей стране с ее громадным разнообразием почвенно-климатических и социально-экономических условий. Это подтверждают многочисленные данные о катастрофически возросших масштабах водной и ветровой эрозии почвы, низкой эффективности применения минеральных удобрений, пестицидов, мелиорантов, необывочно высокой зависимости величин и качества урожая важнейших сельскохозяйственных культур от «капризов» погоды.

Создание экологически устойчивой структуры агроландшафтов и обеспечение их нормального функционирования является в настоящее время первоочередным вопросом в решении проблем повышения их устойчивости и биоразнообразия, уменьшения деградации почв, повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных угодий и сохранения окружающей среды.

Одним из главных элементов в системе севооборотов является требование рационального размещения культур при ограниченном применении удобрений. Научные и производственные результаты показывают, что увеличение в структуре посевов доли бобовых и злаковых трав и их смесей позволяет повысить продуктивность сеяных трав на 10-15 %. Полевые травопольные севообороты с оптимальным обеспечением минерального питания дают возможность остановить снижение

гумуса в почве и постепенно повышать почвенное плодородие за счет азотификации бобовыми растениями с помощью клубеньковых бактерий, с учетом того, что в пожнивных и корневых остатках бобовых растений находится до 1/3 фиксированного азота, после их уборки в почве остается от 50 до 170 кг азота на 1 га [1].

Экоадаптивные агротехнологии должны базироваться не только на правильном подборе культур, но и охватывать все элементы системы земледелия, основываясь на требовании рационального землеустройства. Участки с низким естественным плодородием, переувлажненные, средне- и сильноосмытые склоны свыше 50, следует выводить из пашни в сенокосы и пастбища. Из состава пашни также необходимо выводить культурные пастбища и дополнительные площади для выпаса скота. Для каждого из выделенных участков для возделывания подбираются соответствующие травосмеси, лучше всего – бобово-злаковые [2].

Агроландшафтные участки необходимо формировать из нескольких однородных массивов, на которых разрабатывают систему полевых и кормовых севооборотов. Поля севооборотов должны формироваться из одного или нескольких агроландшафтных участков. При этом необходимо стремиться к равновеликости полей. Границами полей служат внешние стороны группы агроландшафтных участков, а также границы обособленных участков, входящих в это поле [3].

Экоадаптивные агротехнологии предусматривают, как правило, что набор культур в севообороте должен соответствовать климатическим условиям подзоны, а чередование культур в севообороте должно быть адаптированным к агроландшафтному участку. В схему чередования должны включаться группы взаимозаменяемых культур, каждая из которых может высеваться самостоятельно или с учетом особенностей участков, благодаря чему на поле можно высевать 2-3 культуры, не нарушающие последующего чередования [4].

В зависимости от почвенно-климатических условий бобовые культуры могут занимать 25-50 % объема полевого севооборота, в том числе два поля клевера (люцерны) или их смеси со злаковыми травами. Эти культуры являются лучшими предшественниками для многих полевых культур, накапливая в поле свыше 100 кг/га азота и до 50 ц/га органических остатков. При разработке севооборотов следует также учитывать почвозащитную функцию культур. При размещении посевов на склонах в зависимости от вида культур эрозийная опасность оценивается по-разному: для чистого пара – 100%, пропашных – 75 %, однолетних трав и яровых зерновых – 50%, озимых зерновых – 40%, зернобобовых – 35%, многолетних трав первого и второго годов пользования – 3-5% [5].

Основное назначение чистого пара – уничтожение многолетних сорняков на сильно засоренных полях, известкование кислых почв и заправка полей органическими удобрениями. В занятых парах следует высевать бобово-злаковые смеси на зеленый корм, клевер однолетнего использо-



вания, люпин однолетний; в сидеральных парах – бобово-злаковые смеси, клевер, донник, люпин однолетний. В хозяйствах Центрального региона России следует высевать поукосные и пожнивные промежуточные культуры: озимую рожь, бобово-злаковые смеси, яровой рапс, редьку масличную, горчицу белую и другие культуры.

Возделывание многолетних бобовых и бобово-злаковых трав в севообороте, парозанимающих, сидеральных и промежуточных культур способствует улучшению фитосанитарного состояния посевов, а также экологической ситуации в агроландшафте [6].

Самая затратная статья животноводства – это корма. В структуре затрат на производство животноводческой продукции 50-60% и более составляют затраты на корма.

Кормовые культуры, как более требовательные к условиям произрастания, в полевых севооборотах не всегда обеспечивают хорошие урожаи, поэтому их целесообразно возделывать в специальных кормовых севооборотах. Кормовые севообороты служат для производства сочных грубых и зеленых кормов. Поэтому их следует располагать вблизи животноводческих комплексов и ферм, что позволяет сократить затраты на перевозку мало-транспортабельных кормов и эффективно использовать под кормовые культуры органические удобрения [7].

Практическая значимость применения элементов экoadaptивных агротехнологий

Перечень выращиваемых культур и площади под ними необходимо определять в зависимости от направления производства животноводческой продукции, типа кормления и содержания скота, численности поголовья и продуктивности животных. При мясо-молочном скотоводстве – это клевер луговой и гибридный, лядвенец рогатый, тимopheевка луговая, овсяница луговая, ежа сборная, кострец безостый, райграс однолетний, рожь озимая, рапс яровой, редька масличная, сурепица яровая, подсолнечник в смеси с горохом и ячменем, горохом и овсом. При молочно-мясном скотоводстве – клевер луговой и гибридный, лядвенец рогатый, люцерна, тимopheевка луговая, овсяница луговая, ежа сборная, кострец безостый, райграс однолетний, турнепс, рапс яровой, рожь озимая, кормовая свекла, раннеспелые гибриды кукурузы, редька масличная, подсолнечник в смеси с горохом и ячменем, викой и овсом. При молочно-мясном скотоводстве и производстве зерна – люцерна, клевер луговой, овсяница луговая, ежа сборная, кострец безостый, тимopheевка луговая, райграс однолетний, ранние гибриды кукурузы, кормовая свекла, рожь озимая, редька масличная, рапс яровой, вико-овсяные и горохо-ячменные смеси.

В многоотраслевых хозяйствах, в которых зерновые культуры занимают около 45-50 %, а также возделываются пропашные и технические культуры, основные площади кормовых культур следует размещать в полевых севооборотах. В кормовых севооборотах таких хозяйств размещается около 30 % кормовых культур от общей площади.

В хозяйствах Центрального региона России

следует высевать поукосные и пожнивные промежуточные культуры: озимую рожь, бобово-злаковые смеси, горчицу, яровой рапс, редьку масличную и другие культуры.

На ближайшую перспективу актуальной проблемой является расширение площадей под бобовыми и зернобобовыми культурами, а также рациональное размещение кормовых культур в системе полевых и кормовых севооборотов. Основу кормопроизводства в ближайшие годы должны составить многолетние травы. Многолетние травы должны занимать в 2-2,5 раза больше площади в структуре посевных площадей и севооборотов (не менее 25-30%) для обеспечения устойчивости сельскохозяйственных земель и плодородия почв, стабильности растениеводства.

Для получения высоких и устойчивых урожаев многолетних бобовых трав требуется создание оптимальных условий произрастания, что следует достигать известкованием кислых почв, внесением органических удобрений, рациональным применением фосфорных и калийных удобрений, предпосевной обработкой семян ризоторфином, а также подбором видов, сортов трав и их травосмесей на основании их биологических особенностей. Если поле неоднородно по гранулометрическому составу, подпочве, рельефу, уровню грунтовых вод, то на нем следует возделывать 2-3 и более видов трав или травосмесей. При этом следует учитывать конкретные почвенно-климатические условия, для которых лучше подходят травосмеси, чем чистые посевы трав, поскольку они меньше страдают от экстремальных погодных условий, вредителей и болезней, а значит, более урожайны и дольше сохраняются в культуре. Люцерна в условиях Центрального региона способна формировать два, а в некоторые годы и три укоса.

Ведущей культурой полевых севооборотов среди многолетних трав остается клевер луговой одноукосный. Эта культура наиболее полно использует короткий вегетационный период и, как правило, дает один полноценный укос, а при благоприятных условиях – отаву. Более высокую и устойчивую урожайность обеспечивает клеверозлаковая травосмесь. Люцерна способна давать высокие устойчивые урожаи на хорошо произвесткованных дерново-подзолистых почвах с проникающей для корней подпочвой и уровнем грунтовых вод не ближе 1,5 м. На таких почвах травосмеси (клеверо-люцерно-кострецовые и клеверо-люцерно-тимopheевочные) обеспечивают устойчивые урожаи как во влажные, так и в засушливые годы и гарантируют получение вторых укосов. Следовательно, только за счет правильного подбора состава травосмесей для каждого конкретного участка можно повысить его продуктивность на 25-35 %.

Успешное возделывание многолетних трав зависит от их сохранности и развития под покровом. Лучшими покровными культурами являются скороспелые и среднеспелые сорта ячменя и пшеницы; в кормовых севооборотах – овес или овес в смеси с зернобобовыми культурами с участием последних не более 20 %. Уборку покровных культур необходимо заканчивать до молочно-восковой спелости. Под покровную культуру следует



предусмотреть внесение небольших доз азотного удобрения (30-45 кг/га), что обеспечивает более надежную сохранность клевера и высокий коэффициент энергетической эффективности. При соблюдении технологии возделывания и выращивания в благоприятных почвенно-климатических условиях клевер луговой не нуждается в азотном удобрении. Эффективность азотных подкормок бобово-злаковых травостоев зависит от наличия бобового компонента в составе травосмеси. Если доля бобовых составляет менее 30 %, подкормку трав осуществляют по принципу удобрения злаковых трав.

В экод адаптивных агротехнологиях совершенствование систем обработки почвы связано с адаптацией их применения к разнообразным почвенно-климатическим, геоморфологическим, литологическим условиям и углубленной дифференциацией с учетом характера рельефа, типа почв, подверженности различным деградиционным процессам, состояния засоренности полей, различных требований возделываемых растений к свойствам почвы, особенностей её пахотного слоя, различной необходимости подавления сорняков, вредителей и возбудителей болезней.

Уровень энергетических затрат по мелким обработкам ниже в 1,5-1,9 раза, чем по вспашке на глубину пахотного слоя. Проведение мелких обработок в течение нескольких лет подряд способствует накоплению в верхнем слое почвы пожнивных остатков, отмечается улучшение водного режима, не происходит заплывания и образования почвенной корки после ливневых осадков, семена сорняков в нижнем слое почвы теряют всхожесть.

По результатам анализа полученных в опытах собственных данных следует рекомендовать систему обработки почвы в хозяйствах Центрального региона при культивировании зернотравяных севооборотов преимущественно отвально-безотвальную, разноглубинную с учетом биологических особенностей возделываемых культур и их требований к почвенным условиям. Орудия для безотвальных обработок должны подбираться с учетом гранулометрического состава почвы и степени засорения многолетними сорняками. На суглинистой почве лучшей является отвально-чизельная разноглубинная система (вспашка и чизельная обработка чередуются через один год). При этом по сравнению с ежегодной вспашкой снижается засоренность посевов, уменьшается пораженность зерновых корневыми гнилями, повышается продуктивность севооборота на 10-15% и энергетическая эффективность.

На склонах выше 30 отвально-безотвальная разноглубинная система основной обработки почв позволяет уменьшить смыв суглинистой почвы в 2,5-3 раза и повысить урожайность культур за счет увеличения запасов продуктивной влаги в почвенном профиле.

В одном севообороте может быть несколько систем основной обработки почвы из-за значительных различий на отдельных участках рельефа, засоренности, гранулометрического состава почвы. В целом, обработка почвы во многом опре-

деляется спецификой культур.

Система машин в экод адаптивных агротехнологиях направлена на сокращение энергозатрат и сроков посева за счет совмещения предпосевной обработки почвы и посева с помощью комбинированных агрегатов, а также агрегатов, составленных из серийных культиваторов и сеялок с приспособлениями для выравнивания почвы. Необходимо также использовать широкозахватные однооперационные агрегаты для предпосевной обработки на больших полях и сцепки двух-, трехсеялочных агрегатов.

Учитывая то, что сроки выполнения операций предпосевной обработки почвы должны быть максимально сокращены, разрыв между обработкой и посевом должен быть минимальным, чтобы семена укладывались во влажную почву, а сорные растения не обгоняли в своем развитии культурные. Наибольший эффект достигается, если применять комбинированные высокопроизводительные почвообрабатывающе-посевные агрегаты АПП-3, АПП-4,5 и АПП-6. Эти агрегаты позволяют за один проход по полю выполнить все операции предпосевной обработки почвы и посева, что обеспечивает повышение производительности труда до 60 % и дополнительное снижение расхода топлива на 1,5-2 кг/га по сравнению с применением однооперационных агрегатов. Использование перспективного комплекса машин по обработке почвы и посеву возделываемых культур обеспечивает снижение затрат труда на 35-40 %, расхода топлива – на 30-35 %.

В экод адаптивных агротехнологиях технологиям важное значение придается срокам уборки трав, поскольку одной из основных причин низкой энергетической и протеиновой ценности кормов являются поздние сроки уборки. При этом, как показали наши исследования, никакие последующие технологические приемы не могут улучшить качество сена из трав, скошенных в поздние фазы развития. Установлено, что уборку бобовых и бобово-злаковых трав следует начинать не позднее фазы массовой бутонизации бобовых. Общая продолжительность уборки трав одного вида и сорта в оптимальные сроки должна составлять 10-14 дней, а злаковых культур – 6-8 дней. В связи с этим, чтобы проводить заготовку кормов в хозяйствах в оптимальные сроки, необходимо создать сырьевой конвейер из трав разных сроков созревания.

Однолетние травы используются в качестве поукосной и поживной культуры в занятых парах и являются лучшей покровной культурой. Из всего разнообразия однолетних культур и сортов предпочтение должно отдаваться тем, которые более адаптированы к условиям хозяйства и по которым возможно семеноводство в самом хозяйстве или приобретение семян со стороны. Известно, что наиболее продуктивными являются смешанные посевы бобовых и злаковых культур.

В экод адаптивных агротехнологиях широкое распространение должны получить многокомпонентные смеси, состоящие из двух бобовых культур с добавлением к ним овса или ячменя



(горох+кормовые бобы, вика+кормовые бобы – для суглинистых почв; горох+люпин, вика+люпин – для песчаных и супесчаных почв). Для производства зерносенажа необходимо иметь специальные смешанные посевы из зерновых и зернобобовых культур. Уборка смеси должна осуществляться в фазу молочно-восковой спелости зерна основного компонента, при влажности его 40-45 % и всей массы – 50-55 %. При уборке в эту фазу хозяйство получает с каждого гектара на 35-45 % больше кормовых единиц, чем при уборке в фазу колошения и выметывания метелки. В одном килограмме зерносенажа содержится 0,30-0,40 кормовых единиц. На хранение закладывается высокопитательный корм, поэтому нужны хорошие траншеи, усиленная трамбовка и тщательная герметизация. Срок закладки не более 3-5 дней.

Однолетние травы, являясь звеньями зеленого и сырьевого конвейеров, должны высеваться в несколько сроков. Выявлено, что максимальные урожаи однолетние бобовые и злаковые травы дают при посеве в ранневесенние сроки. При поздних сроках сева лучше использовать более влажные почвы или почвы после озимых, убранных на зеленый корм. С внедрением в производство новых высокоурожайных сортов гороха, вики, зернофуражных культур, различающихся по скороспелости, в хозяйствах следует высевать в ранние сроки смеси, которые будут различаться по срокам укосной спелости на 8-10 дней.

Поскольку высокие сборы белка с единицы площади дают смеси, в которых преобладают бобовые, при использовании смесей на зерносенаж и зеленый корм оптимальные соотношения высева семян должны составлять 50:50. При таком соотношении травостои устойчивы к полеганию, а урожай колеблется в пределах 60-100 ц/га сухого вещества при содержании сырого протеина 9-14 %.

Заключение

Производство всех видов продукции сельского хозяйства непосредственно зависит от уровня развития отрасли растениеводства – развивать животноводство можно только в расчете на отечественный аграрный сектор. В противном случае

никто не может гарантировать устойчивое функционирование сельскохозяйственных предприятий. Пространственная рассредоточенность сельскохозяйственного производства и его тесная зависимость от природно-климатических условий, а также ведение земледельческих видов деятельности на различных по качеству почвах обуславливают необходимость рационального размещения культур, что в сочетании со специализацией способно оказать весомое влияние на получение результатов. Таковы общие требования к некоторым элементам экоадаптивных агротехнологий, которые должны, на наш взгляд, учитываться для повышения эффективности производства продукции растениеводства.

Список литературы

1. Кузьмин, Н. А. Полевые культуры Рязанской области: биология, сортовой потенциал, сортовая агротехника, семеноводство [Текст] / Н. А. Кузьмин, О. А. Антошина, О. В. Черкасов. – Рязань, 2015. – 304 с.
2. Основные элементы адаптивной системы земледелия Рязанской области [Текст] / М. М. Крючков, Л. В. Потапова, А. С. Ступин, Н. Н. Новиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2013. - № 2 (18). - С. 27 – 29.
3. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика [Текст] / А. А. Жученко. - М. : Агрорус, 2008. – Т. I. - 816 с.
4. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – М. : Колос, 1996. – 367 с.
5. Перегудов, В. И. Агротехнологии Центрального региона России [Текст] / В. И. Перегудов, А. С. Ступин. – Рязань, 2009. – 463 с.
6. Ступин, А. С. Основы семеноведения [Текст] / А. С. Ступин. – СПб. : Лань, 2014. – 384 с.
7. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России [Текст] / под ред. В. Ф. Мальцева, М. К. Каюмова. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2002. - Ч. 1. – 544 с.

ECO-ADAPTIVE AGROTECHNOLOGIES AS A FACTOR OF CROP FARMING INTENSIFICATION

POLOZHENCEV Valery P., Candidate of Agricultural Science, Associate Professor of Agronomy and Agro Technology Faculty, valeriy.plozhentsev@mail.ru

CHERKASOV Oleg V., Candidate of Agricultural Science, Associate Professor of Catering Technology Faculty, cherkasov@rgatu.ru

STUPIN Alexander S., Candidate of Agricultural Science, Associate Professor of Agronomy and Agro Technology Faculty, stupin32@yandex.ru

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The aim of the research has been theoretical grounding and practical implementation of certain elements of eco-adaptive agro technologies in the Central region of Russia. They have shown a new approach to problems of reasonable environmental management, formation of environmentally friendly, balanced, highly productive and sustainable cultivated lands and cost-effective agricultural technologies in modern conditions of crop production development.

Eco-adaptive agricultural technologies require a set of rotation crops must correspond to the climatic conditions of the subzone and crop rotation must be adapted to cultivated lands. It is necessary to determine the list of crops being grown and the area where they grow in dependence on the direction of livestock production, feeding type, livestock management, number of livestock and animals productivity. Perennial herbs seem to be the basis of the forage production in the next years. Perennial herbs should take 2-2.5 times more area (at least 25-30%) to ensure the sustainability of agricultural land, soil fertility and crop stability. One should



also consider specific soil and climate conditions, which are better for herbage mixtures than for pure grass crops because they are less affected by extreme weather conditions, pests and diseases, and therefore are more productive and longer arable. Alfalfa in the conditions of the Central region is able to give two and in some years even three harvests. Improving the tillage systems in eco-adaptive agro technologies is connected with their application adaptation to different soil and climate, geomorphic and lithologic conditions and deep differentiation, taking into account the nature of topography, soil type, aptitude to various degradation processes, fields debris, various requirements of cultivated plants to soil properties, the characteristics of its arable layer, weeds, pests and diseases. That causes the application of different tillage systems not only for some specific crops but for the rotation as well. We have given some specific recommendations to improve the efficiency of crop production.

Key words: eco-adaptive agrotechnologies, cultivated land, predecessor, forage crops, tillage system.

Literatura

1. Kuz'min, N.A. Polevye kul'tury Ryazanskoy oblasti: biologiya, sortovoy potencial, sortovaya agrotehnika, semenovodstvo [Tekst] / N.A. Kuz'min, O.A. Antoshina, O.V. Cherkasov. – Ryazan', 2015. – 304 s.
2. Osnovnye ehlementy adaptivnoy sistemy zemledeliya Ryazanskoy oblasti [Tekst] / M.M. Kryuchkov, L.V. Potapova, A.S. Stupin, N.N. Novikov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2013. – № 2 (18). – S. 27 – 29.
3. Zhuchenko, A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ehkologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika [Tekst] / A.A. Zhuchenko. – M. : Agrorus, 2008. – T. I. – 816 s.
4. Kiryushin, V.I. Ehkologicheskie osnovy zemledeliya / V.I. Kiryushin. – M. : Kolos, 1996. – 367 s.
5. Peregudov, V.I. Agrotekhnologii Central'nogo regiona Rossii [Tekst] / V.I. Peregudov, A.S. Stupin. – Ryazan', 2009. – 463 s.
6. Stupin, A.S. Osnovy semenovedeniya [Tekst] / A.S. Stupin. – SPb. : Lan', 2014. – 384 s.
7. Sistema biologizatsii zemledeliya Nechernozemnoy zony Rossii [Tekst] / pod red. V.F. Mal'ceva, M.K. Kayumova. – M. : FGNU «Rosinformagrotekh», 2002. – Ch. 1. – 544 s.



УДК 638.145.3

ПЕРИОДИЧЕСКОЕ СКРЕЩИВАНИЕ ЛИНИЙ КАК ОСНОВА НОВОЙ СИСТЕМЫ ЧИСТОПОРОДНОГО РАЗВЕДЕНИЯ ПЧЁЛ

ХАРИТОНОВ Николай Николаевич, канд. с.-х. наук, ma.nic@bk.ru

ХАРИТОНОВА Маргарита Николаевна, канд. биол. наук, научный секретарь, ma.nic@bk.ru
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт пчеловодства», г. Рыбное, Рязанская обл.

В настоящее время в пчеловодстве преобладают две системы разведения: система разведения географических рас (по зоотехнической терминологии «пород») пчёл по линиям с проверкой маток по качеству потомства и разведение по программе селекции закрытых популяций. Сутью этой программы является такая система смены генераций, что очередная смена поколений проходит с минимальной потерей половых аллелей. В течение двух сезонов пчелиные семьи трёх линий и их межлинейные гибриды испытывались по уровню проявления хозяйственно-полезных признаков (126 семей в первом и 100 во втором сезоне). Расчёт комбинационной способности проводился с применением метода диаллельных скрещиваний (прямые и обратные гибриды вместе с исходными линиями). Суммарное влияние генотипических факторов на изменчивость медовой продуктивности в худших медосборных условиях составило 8,6 %, в лучших – 6,7 %, на изменчивость восковой продуктивности, соответственно, 14,4 % и 12,0 %. Это означает, что в лучших медосборных условиях различия по генотипу по продуктивным признакам проявляются меньше. Наши исследования показали, что результатом межлинейных скрещиваний в пчеловодстве может быть как выделение гибридов, имеющих высокий эффект гетерозиса, так и оценка линий по общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности по методам В. Griffing (1956). Используя в дальнейшем линии с высокой ОКС для создания новых линий, мы создаём возможности для их гибридизации. Таким образом, периодическая гибридизация линий может составить основу новой системы разведения медоносных пчёл.

Ключевые слова: периодическая гибридизация, общая и специфическая комбинационная способность, эффект гетерозиса.

Введение

В пчеловодстве в настоящее время преоблада-

ют две системы разведения. Первой исторически и преобладающей в количественном плане явля-



ется система разведения географических рас (по зоотехнической терминологии «пород») пчёл по линиям с проверкой маток по качеству потомства. Вторая система разведения получила название «программа селекции закрытых популяций», она была сформулирована сравнительно недавно [5]. Суть этой программы в том, что разработана такая система смены генераций, чтобы очередная смена проходила с минимальной потерей половых аллелей. Вследствие такой системы даже 20 поколений этой замкнутой популяции, которая может составлять 175 пчелиных семей и больше, не снижают существенно жизнеспособность расплода. Полученные результаты воплощения этой идеи в жизнь говорят о ее реальности. К недостаткам программы закрытой популяции можно отнести значительные трудовые затраты, необходимые для её основания и поддержания. Эта система активно внедряется в США, Австралии, частично и в нашей стране.

Существенным препятствием на пути получения очередных поколений линий в первой системе разведения является возрастание степени инбридинга, так как при контролируемом спаривании инбридинг возрастает у рабочих пчёл на 0,66% за одно поколение [8]. С возрастанием степени инбридинга увеличивается и неблагоприятное воздействие инбредной депрессии на хозяйственно-полезные признаки пчелиных семей. На основе экспериментальных данных рассчитано, что увеличение инбридинга на один процент ведёт к снижению медовой и восковой продуктивности на 6-8% [8]. Установлено также, что с увеличением инбридинга возрастают ройливость и злобливость пчелиных семей [8]. Другим автором установлено, что отрицательными последствиями инбридинга являются снижение зимостойкости и повышение восприимчивости к заболеваниям.

Второе неблагоприятное последствие инбридинга – появление генетически пёстрого расплода вследствие снижения числа половых аллелей. Уменьшение выживаемости расплода приводит также к сокращению его количества, уменьшению популяции рабочих пчёл и снижению товарного медосбора. Для уменьшения второго неблагоприятного последствия инбридинга необходимо увеличивать количество отцовских и материнских пчелиных семей. Для уменьшения первого и второго неблагоприятных последствий инбридинга необходима достаточно высокая численность линии (не менее 175 пчелиных семей). В практике пчеловодства чётко установлено также, что неблагоприятные последствия инбридинга снимаются также и при межлинейной гибридизации. Итак, инбридинг (особенно при средней и высокой степени) неблагоприятно воздействует на жизненные функции как отдельных особей, так и пчелиной семьи в целом; эти неблагоприятные воздействия легко устраняются скрещиванием неродственных инбредных линий между собой (происходит снятие инбридинг-депрессии), при этом нередко наблюдается эффект гетерозиса. Так, по данным Н. Н. Гранкина (1980) при скрещивании линий среднерусских пчёл один из гибридов

показал яйценоскость маток на 38,8% больше, чем в исходных линиях, воспроизводительность – на 40% и медопродуктивность – на 31,2%. Межпопуляционные гибриды словацкой, австрийской и закарпатской карники показали повышенную медопродуктивность на 12,3-37,0% в сравнении со среднеспасечными показателями (Л. Кепеня, 1988). Проведенные нами сравнительные испытания межлинейных гибридов внутривидового типа среднерусской породы пчёл «Приокский» в сравнении с исходными линиями в течение трёх медосборных сезонов показали, что из шести сочетаний только одно не превзошло уровень медовой продуктивности исходных линий. Остальные 5 превзошли уровень линии с наибольшей продуктивностью от 4,5 до 22%. Гетерозис по восковой продуктивности этих гибридов составил от 11,4 до 27,1%. Один гибрид превысил по признаку «зимостойкость» лучшую линию на 33%. Все эти факты говорят о больших возможностях повышения продуктивности пчелиных семей с помощью межлинейной гибридизации.

На пути использования периодической межлинейной гибридизации линий для разведения пчёл до последнего времени имелись определенные препятствия, связанные с необходимостью генетической оценки линий и гибридов. Впервые такая оценка была проведена R.E. Oldroyd et al [6] (работа проведена на отводках). Затем в условиях средней полосы России нами в 1995 году на полнорценных пчелиных семьях была показана возможность использования методов В. Griffing [7] для математической оценки комбинационной способности в пчеловодстве.

Поскольку оценка комбинационной способности линий пока редко используется в пчеловодстве, необходимо сделать ряд предварительных замечаний. Генетическая сущность комбинационной способности и математический аппарат для ее оценки давно применялись в растениеводстве, однако в животноводстве их начали использовать позже.

G. F Sprague, L. A Tatum подразделили комбинационную способность на общую (ОКС), выражаемую средней величиной гетерозиса по всем гибридным комбинациям, и специфическую (СКС), характеризующую отклонениями от этой величины в отдельных комбинациях; установлен также наследуемый характер комбинационной способности. Многими авторами показано, что ОКС определяется аддитивным действием генов, а СКС – в основном, явлениями доминирования и эпистаза, т.е. неаддитивным действием генов.

Известны различные методы оценки линий по комбинационной способности: диаллельные скрещивания, топкросс, поликросс. Методы, разработанные В. Griffing [7] для анализа диаллельных скрещиваний, Н. В Турбин и др. сравнили по их информационной ценности в определении ОКС и СКС. По этим методам последовательно проводится проверка различий между гибридами с помощью критерия Фишера, установление различий ОКС с помощью того же критерия, оценка эффектов ОКС и СКС и сравнение ценности линий. Эти



приемы уже находят применение в птицеводстве, свиноводстве.

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы на основе оценки линий по общей и специфической комбинационной способности разработать систему чистопородного разведения пчёл на базе периодической гибридизации линий, которая одновременно будет являться системой использования внутривидового гетерозиса в пчеловодстве.

Объекты и методы исследований

Материалом для исследования служили пчелиные семьи линий I-C, III-П и IV-З внутривидового типа среднерусской породы «Приокский» и их межлинейные гибриды. Неоплодных маток получали путём переноса личинок не старше сутокного возраста в искусственные восковые мишочки на маточное молочко. С целью выравнивания условий воспитания личинки от материнских семей разных линий прививали одновременно. Семьи-воспитательницы формировали путём осиротения. После выхода из маточников у неоплодных маток определяли массу и метили их цветной меткой. Неоплодных маток с массой ниже 180 мг и имевших дефекты выбраковывали.

Плодных маток получали путём естественного спаривания в четырехместных нуклеусных ульях на 1/4 стандартной рамки. Контроль над спариванием осуществлялся, в основном, с помощью простанной изоляции. Использовали случайные пункты: в окрестностях д. Шехмино Рыбновского района, около оз. Келецкого в Рязанском районе и у д. Горки Клепиковского района. Радиус изоляции у всех пунктов составлял примерно 7 км. Контроль над спариванием осуществляли также с помощью инструментального осеменения. В пчелиных семьях опытных групп имелось 15% инструментально осеменённых маток.

Для создания трутневого фона использовались от 7 до 15 семей линий. Подсадку плодных маток осуществляли в группы семей, аналогичных по основным хозяйственно-полезным признакам. Все хозяйственно-полезные признаки оценивали в соответствии с методикой сравнительного изучения пчел разных пород, утверждённой ВАСХНИЛ в 1971 г. и методическими указаниями НИИ пчеловодства (2000 г.). Зимостойкость оценивалась по разработанной нами методике балльной её оценки [2].

Пчелиные семьи линий и межлинейных гибридов в течение двух медосборных сезонов испытывались по уровню проявления хозяйственно-полезных признаков. В первом и во втором сезонах испытывались семьи 9 генетических групп, общая численность пчелиных семей в испытании в первом сезоне составила 126, во втором сезоне – 100.

Техника расчёта комбинационной способности на примере медовой продуктивности трёх линий внутривидового типа среднерусской породы «Приокский» и их реципрокных гибридов с применением метода 1 диаллельных скрещиваний (прямые и обратные гибриды вместе с исходными линиями), который в наибольшей степени подходит для пчеловодства, дана в нашей методике [3].

Данные испытаний подвергали двухфакторно-

му дисперсионному анализу. Для этого все исходные данные заносили в таблицу для расчёта подсобных величин, которая строится по отцовским и материнским линиям. Подсчёт подсобных величин позволил перейти к вычислению сумм квадратов. Рассчитав суммы квадратов, переходим к дисперсионному анализу данных. Если какое-либо влияние: материнских линий, отцовских линий, взаимодействия линий оказалось достоверным, то вычисляем суммы квадратов комбинационной способности. Вычисление сумм квадратов позволяет перейти к дисперсионному анализу вариантов комбинационной способности. Если варианта общей или специфической комбинационной способности оказалась достоверной, то приступаем к расчёту эффектов ОКС, СКС, реципрокных и среднестатистического. Рассчитанные эффекты являются основным средством для оценки линий по комбинационной способности.

Результаты исследований

Итоги дисперсионного анализа всех данных по двум сезонам представлены в таблице 1. Данные таблицы 1 показывают, что ни один из факторов не оказал достоверного влияния на зимостойкость и медовую продуктивность во втором сезоне, поэтому дальнейшие расчёты по ним не проводим.

Также из таблицы 1 следует, что влияние взаимодействия линий на медовую продуктивность за 1-й сезон оказалось достоверным, что позволило перейти к вычислению сумм квадратов комбинационной способности и далее к дисперсионному анализу вариантов комбинационной способности. Он показал достоверность влияния варианты специфической комбинационной способности, что позволяет перейти к расчёту эффектов комбинационной способности. В таблице 2 приведены эффекты комбинационной способности по медовой продуктивности за 1-й сезон.

На межгрупповые различия по восковой продуктивности в 1-м сезоне достоверно повлияло взаимодействие линий ($p < 0,05$), а во 2-м – материнские линии ($p < 0,05$), что даёт основание провести с этими данными дальнейшие расчёты.

Необходимо отметить, что уровень медовой и восковой продуктивности во 2-м сезоне был выше, чем в 1-м. Так, групповые средние в 1-м сезоне варьировали от 21 до 40 кг по медовой и от 7,98 до 12,52 сота, отстроенного на вошине, по восковой продуктивности, в то время как во 2-м сезоне вариация составила от 42,3 до 58,6 кг по медовой и от 9,6 до 13,44 сота, по восковой продуктивности. Однако, сила влияния на изменчивость продуктивности генетических факторов (материнских, отцовских линий и их взаимодействия) во 2-м сезоне оказалась меньше. Так, суммарное влияние генотипических факторов на изменчивость медовой продуктивности в 1-м сезоне составило 8,6 %, во 2-м – 6,7 %, на изменчивость восковой продуктивности, соответственно, 14,4 % и 12,0 %. Следовательно, в лучших медосборных условиях различия по генотипу проявляются меньше.

Последующий анализ вариантов комбинационной способности, приведенный в таблице 3, показал отсутствие достоверности вариантов комбина-



ционной способности по восковой продуктивности во 2-м сезоне, поэтому рассчитывать эффекты по этим данным нельзя. В то же время оказалась вы-

сокодостоверной варианса специфической комбинационной способности за 1-й сезон.

Таблица 1 – Дисперсионный анализ медовой, восковой продуктивности и зимостойкости межлинейных гибридов внутривидового типа среднерусской породы пчёл «Приокский», показатель силы влияния (по Плохинскому), в %

Источники вариации	Общая	Материнских линий	Отцовских линий	Взаимодействия линий	Случайных отклонений
Сезоны испытания					
Продукция мёда					
1-й сезон	100,0	0,8	0,0	7,8*	91,4
2-й сезон	100,0	0,3	3,7	2,7	93,2
Продукция воска					
1-й сезон	100,0	0,4	1,9	12,1**	85,5
2-й сезон	100,0	6,9*	2,5	2,6	87,9
Зимостойкость за два сезона					
1 и 2-й сезоны	100	7,82	3,93	14,11	74,14

Таблица 2 – Рассчитанные эффекты общей и специфической комбинационной способности по продукции мёда, 1-й сезон

Межлинейные гибриды и исходные линии	IV3x III-П	IV-3x I-C	III-Пх IV-3	III-Пх I-C	I-Cx IV-3	I-Cx III-П	IV-3	III-П	I-C
Эффекты ОКС							-0,77	+1,62	-0,85
Эффекты СКС	-0,30	+4,43	-0,30	+3,93	-4,43	+3,93	-4,13	-3,63	-8,36
Реципрокные эффекты	+0,49	-1,53	-0,49	+4,24	+1,53	-4,24			

Таблица 3 – Дисперсионный анализ вариантов комбинационной способности по восковой продуктивности

Источники вариации	ОКС		СКС		Реципрокные эффекты		Случайные отклонения	
Показатель	1	2	1	2	1	2	1	2
1-й сезон	2	1,82	3	35,78***	3	0,59	104	1,42
2-й сезон	2	1,60	3	1,68	3	2,02	73,6	1,61

Примечания: 1 – число степеней свободы. 2 – средний квадрат

В таблице 4 представлены эффекты общей и специфической комбинационной способности по восковой продуктивности за 1-й сезон.

Таблица 4 – Рассчитанные эффекты общей и специфической комбинационной способности по продукции воска, 1-й сезон

Межлинейные гибриды и исходные линии	IV3x III-П	IV-3x I-C	III-Пх IV-3	III-Пх I-C	I-Cx IV-3	I-Cx III-П	IV-3	III-П	I-C
Эффекты ОКС	-	-	-	-	-	-	-0,61	+0,45	+0,16
Эффекты СКС	+0,45	+1,58	+0,45	+1,17	+1,58	+1,17	-2,04	-1,62	-2,75
Реципрокные эффекты	+0,75	+0,46	-0,75	+0,33	-0,46	-0,33	-	-	-

Находим ошибку разности ОКС (сравнение со средним ОКС = 0) по формуле

$$Ed(g_r - \bar{g}) = \sqrt{\frac{p-1}{2p^2}} \times E^2,$$

т.к. $t = g_i:Edg$, сравниваем найденное значение с табличным при $df = (N-1)(n_0-1)$; отсюда, если табличное значение t умножим на ошибку разности,

то получим наименьшую значимую разность (НСР).

Например, вычисляем НСР для эффектов ОКС по медовой продуктивности за 1-й сезон: t табличное = 2,0; $E^2 = 20,15$;

$$Edg = \sqrt{\frac{3-1}{2 \times 3^2}} \times 20,15 = 1,496; \text{НСР} = 2 \times 1,496 = 2,99 = 3,0$$

Проведя расчет, получаем для эффектов ОКС по



восковой продуктивности за 1-й сезон НСР=0,79. Сравнивая с помощью НСР эффекты ОКС линий между собой, получаем, что между эффектами ОКС по медовой продуктивности нет достоверных различий. Линия III-П имеет достоверно больший эффект ОКС по сравнению с линией IV-3 по восковой продуктивности.

Для более общего сравнения линий по СКС рассчитываем варианты СКС для каждой линии в нашем случае по формуле:

$$\hat{\delta}^2 s_i = \frac{1}{p-1} \sum_j \hat{S}_{ij}^2$$

Например: варианта СКС для линии

$$I - C = \frac{1}{2} [(+1,17)^2 + (+1,58)^2] = 1,93$$

Рассчитанные таким образом варианты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Рассчитанные варианты специфической комбинационной способности линий внутрипородного типа среднерусской породы пчёл «Приокский», 1-й сезон

Линии	IV-3	III-П	I-C
Продукция мёда	9,86	7,78	17,53
Продукция воска	1,35	0,79	1,93

Более высокие значения варианты СКС у линии I-C обусловлены тем, что отдельные варианты скрещивания этой линии имеют наиболее высокие значения данных признаков. У линии III-П значения варианты СКС самые низкие вследствие того, что один из гибридов этой линии имеет наиболее низкие значения признаков. Одновременно линия III-П имеет наибольшие значения эффектов ОКС. Это означает, что использовать эту линию можно для получения эффекта гетерозиса лишь в определенных проверенных сочетаниях, и в наибольшей мере, чем две другие линии, она пригодна для получения синтетических популяций. В то же время линию I-C лучше использовать для получения простых гибридов и в трёх и четырёхлинейных кроссах; таким же образом можно использовать линию IV-3, однако возможный гетерозисный эффект в этом случае будет ниже.

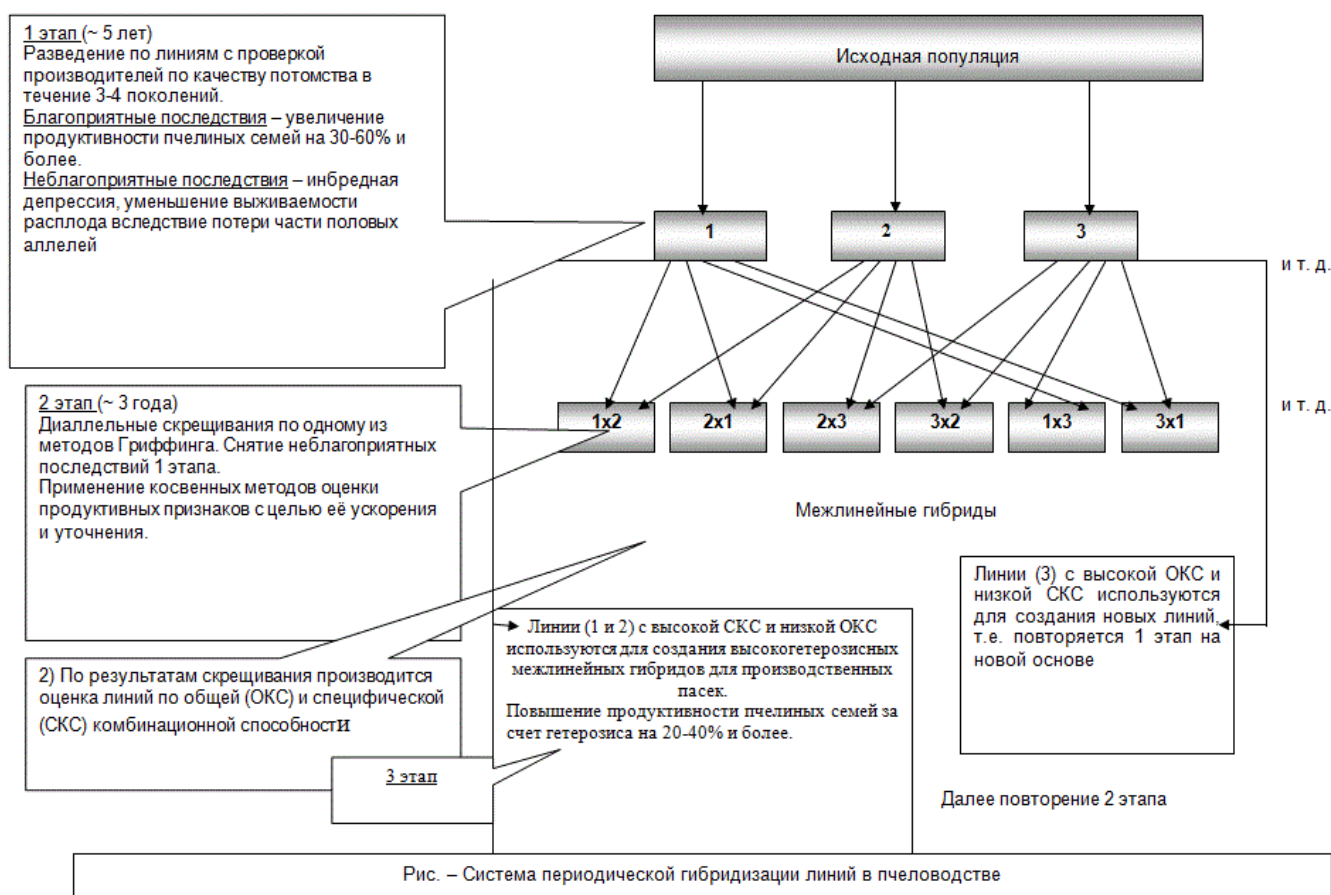
Анализируя эффекты реципрокных комбинаций, можно сделать следующие выводы: для получения наибольших гетерозисных эффектов по медовой и восковой продуктивности линию I-C нужно использовать в качестве отцовской. Линию IV-3 лучше использовать в качестве материнской для повышения восковой продуктивности гибридов, а также можно использовать в качестве отцовской, имея в виду улучшение медовой продуктивности. Линию III-П можно использовать как в качестве материнской, так и в качестве отцовской (в зависимости от специфичности комбинации) для повышения восковой продуктивности, а для повышения медовой продуктивности – в качестве материнской.

Подобным образом можно анализировать ре-

зультаты скрещивания линий и проводить их оценку для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Проанализировав отечественный и мировой опыт селекции линий и их гибридизации, мы разработали систему использования внутрипородного гетерозиса в пчеловодстве, которая может служить также системой чистопородного разведения пчёл на основе периодической гибридизации линий (рис.).

На 1-м этапе предполагается провести аналитическую селекцию исходной популяции на нескольких линиях (не менее трёх), получив увеличение продуктивности пчелиных семей на 30-60 и более процентов. На втором этапе проводится скрещивание линий. Согласно данным Н.И. Кривцова [1], имеет смысл проводить скрещивание линий уже после 3-го или 4-го поколения, поскольку селекционный прогресс после F3 резко снижается. Скрещивание линий можно провести таким образом, чтобы стала возможной математическая оценка общей и специфической комбинационной способности (ОКС и СКС) по одному из методов В. Griffing [7]: 1) прямые и обратные скрещивания + родительские формы, 2) только прямые скрещивания + родители, 3) прямые и обратные скрещивания, 4) только прямые скрещивания. Следует иметь в виду, что другие методы определения комбинационной способности в пчеловодстве пока не применялись. При скрещивании линий снимаются неблагоприятные последствия линейного разведения. Для ускорения и уточнения оценки хозяйственных и продуктивных признаков рекомендуется использовать разработанную нами систему косвенных методов: зимостойкости по проценту связанной воды от массы тела осенних пчёл, отобранных перед постановкой пчелиных семей в зимовник, по уровню активности каталазы ректальных желёз рабочих пчёл, определённого до начала активного наполнения толстой кишки экскрементами – в середине сентября. Косвенными показателями медовой продуктивности могут служить: уровень активности инвертазы гипофаренгиальных желёз, определённый за месяц до главного медосбора; нагрузка медового зобика рабочих пчёл на данном медосборе позволяет судить об эффективности использования текущего медосбора данными генотипами пчёл; изучение пыльцевого спектра мёда, собранного на данном медосборе, позволяет сделать заключение об эффективности использования данными генотипами предлагаемого пчелиным семьям состава медоносов [2, 4]. По результатам скрещивания проводится оценка ОКС и СКС линий. Поскольку не все межлинейные гибриды дают гетерозис, то на 3-м этапе на производственные пасеки поставляются только проверенные высокогетерозисные гибриды, что позволяет увеличить их продуктивность на 30-60%. Разделив линии на две группы использования: 1-я группа с высоким значением ОКС и низким значением СКС для выведения новых линий, 2-я – с высоким значением СКС и низким ОКС для производства высокогетерозисных гибридов, заканчиваем цикл. Используя линии с высоким ОКС для создания на их основе новых линий, повторяем первый этап, начиная новый цикл.



Вывод

Предлагаемая концепция использования внутрипородного гетерозиса в пчеловодстве может служить одновременно системой чистопородного разведения пчёл, на основе периодической гибридизации линий.

Список литературы

- Кривцов Н. И. Линейное разведение среднерусских пчел [Текст] / Н. И. Кривцов // Пчеловодство. – 1988. – № 4. – С. 7.
2. Харитонов, Н. Н. Зимостойкость пчелиных семей как селекционный признак [Текст] / Н. Н. Харитонов // Пчеловодство. – 2013. – № 1. – С. 22-26.
3. Харитонов, Н. Н. Использование внутрипородного гетерозиса в пчеловодстве. Методические рекомендации [Текст] / Н. Н. Харитонов. – М. : РАСХН, ГНУ НИИП. – 2003. – 20 с..
4. Харитонов, Н. Н. Активность инвертазы гипофарингеальных желез рабочих пчел как косвенный

показатель медовой продуктивности [Текст] / Н. Н. Харитонов // Итоги и проблемы НИР в пчеловодстве. – Рыбное, 2001. – С. 141-144.

5. Page R.E., Laidlow H.H. Closed Population Honey Bee Breeding / R.E. Page, H.H. Laidlow // Bee World. – 1985. – № 2. – P. 63-72.
6. Oldroyd B.P., Moran C., Nicolas F.W. Diallel crosses production using a fixed effects model / B.P. Oldroyd, C. Moran, F.W. Nicolas // J. Apic. Research. – 1985. – 24, № 4. – P. 243-249.
7. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing Systems / B. Griffing // J. Biol. Sci. – 1956. – № 9. P. 463-493.
8. Bienenfeld K., Peinhard F., Pirchner F. Inbreeding effects of queen and workers on colony traits in the honey bee / K. Bienenfeld, F. Peinhard, F. Pirchner // Apidologie. – 1989. – 20, 5. – P. 439-450.

PERIODIC CROSSING LINES CAN SERVE AS A BASIS FOR A NEW SYSTEM OF PURE BREEDING OF BEES

Kharitonov Nikolay N., candidate of agricultural science, ma.nic@bk.ru

Kharitonova Margarita N., candidate of biological science, Academic Secretary, ma.nic@bk.ru
FSBSI «RI of Beekeeping», Rybnoe, Ryazan oblast

Now in beekeeping two systems of cultivation prevail: system of cultivation of geographical races (on zootechnical terminology of "breeds") bees on lines with check of a uterus on quality of posterity and cultivation according to the program of selection of the closed populations. An essence of this program is such system of change of generation that the next alternation of generations takes place with the minimum loss of sexual alleles.

Within two seasons bee families of three lines and their interlinear hybrids were tested on the level of manifestation of economic and useful signs (126 families in the first and 100 in the second season). Calculation of combinational ability was carried out with application of a method the allele of crossings (straight lines and the return hybrids together



with initial lines). Total influence the genotypic of factors on variability of honey efficiency in the worst the honeyproductive conditions made 8,6%, in the best - 6,7%, on variability of wax efficiency, respectively, 14,4% and 12,0%. It means that in the best the honeyproductive distinction conditions on a genotype on productive signs are shown less.

Our researches showed that result of interlinear crossings in beekeeping can be as allocation of the hybrids having high effect of a heterosis, and an assessment of lines on the general and specific of combinational ability on the B. Griffing methods (1956). Using further lines with high general combinational ability for creation of new lines, we create opportunities for their hybridization. Thus, periodic hybridization of lines can make a basis of new system of cultivation of honey bees.

Key words: periodic hybridization, general and specific combining ability, heterosis effect.

Literatura

1. Krivczov, N.I. Lineynoe razvedenie srednerusskikh pchel [Tekst] / N.I. Krivczov // Pchelovodstvo. – 1988. - № 4. – S. 7.
2. Kharitonov, N.N. Zimostoykost' pchelinykh semey kak selekcionnyy priznak [Tekst] / N.N. Kharitonov // Pchelovodstvo. - 2013. - № 1. - S. 22-26.
3. Kharitonov, N.N. Ispol'zovanie vnutripородного geterozisa v pchelovodstve. Metodicheskie rekomendacii [Tekst] / N.N. Kharitonov. - M.: RASKhN, GNUNIP. - 2003. - 20 s.
4. Kharitonov, N.N. Aktivnost' invertazy gipofaringeal'nykh zhelez rabochikh pchel kak pokazatel' medovoy produktivnosti [Tekst] / N.N. Kharitonov // Itogi i problem NIR v pchelovodstve. – Rybnoe, 2001. – S.141-144.
5. Page R.E., Laidlow H.H. Closed Population Honey Bee Breeding / R.E. Page, H.H. Laidlow //Bee World. – 1985. - № 2. – P. 63-72.
6. Oldroyd B.P., Moran C., Nicolas F.W. Diallel crosses production using a fixed effects model / B.P. Oldroyd, C. Moran, F.W. Nicolas //J. Apic. Research. - 1985. – 24, № 4. – P. 243-249.
7. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing Systems / B. Griffing // J. Biol. Sci. – 1956. - № 9. P. 463-493.
8. Bienenfeld K., Peinhard F., Pirchner F. Inbreeding effects of queen and workers on colony traits in the honey bee / K. Bienenfeld, F. Peinhard, F. Pirchner // Apidologie.- 1989.- 20, 5.- P. 439-450.



УДК 636.086.2/3.4

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОБОВО-ГЛЮТЕНОВОГО КОНЦЕНТРАТА В КОМБИ-КОРМАХ ДЛЯ ПОРОСЯТ

ШУЛАЕВ Геннадий Михайлович, канд. с.-х. наук, зав. лабораторией технологии производства свинины

ЭНГОВАТОВ Вячеслав Фёдорович, д-р с.-х. наук, гл. научный сотрудник

БЕТИН Александр Николаевич, канд. с.-х. наук, вед. научный сотрудник

МИЛУШЕВ Ринат Келимулович, канд. биол. наук, ст. научный сотрудник

ВОТАНОВСКАЯ Нина Александровна, канд. биол. наук, ст. научный сотрудник

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов, г. Тамбов, tniij@yandex.ru

Для динамичного развития свиноводства обеспечение животных высококачественными кормами является важнейшей задачей. Среди факторов питания существенное значение имеют белковые вещества, недостаток которых наносит большой ущерб отрасли: сдерживает рост поголовья, снижает продуктивность, вызывает падёж и заболевания, ухудшает качество продукции. В связи с тем, что потребность свиноводства в полноценных белковых кормах удовлетворяется не полностью, была разработана рецептура бобово-глютенового концентрата, предназначенного для ввода в комбикорма молодняку свиней. В состав этой добавки включены соя и люпин – источники растительного белка, которые содержат питательные вещества. Влаготепловая обработка позволила инактивировать их до нормы, а шелушение и экструзия люпина улучшили качественные характеристики корма, повысили содержание в добавке аминокислот и целого комплекса биологически активных веществ.

Использование в комбикормах разработанной добавки благоприятно отразилось на физиологическом состоянии животных, микробиоценозе кишечника, обеспечило высокие среднесуточные приросты на уровне базового варианта с рыбной мукой (527 против 532 г). Добавка, созданная на основе высокобелкового растительного сырья, по своему качественному составу не уступает



рыбной муке, а по некоторым показателям превосходит её. Производство комбикормов с такой обогатительной добавкой обходится дешевле на 10,9 %.

Ключевые слова: концентрат, рыбная мука, поросята, соя, люпин, кукурузный глютен, продуктивность, конверсия корма, микробиоценоз, переваримость.

Введение

Тамбовская область стала зоной интенсивного развития свиноводства и занимает по производству свиного мяса в стране третье место. Для дальнейшего динамичного развития промышленного свиноводства требуется постоянно наращивать производство полнорационных комбикормов. Однако их производство для свиноводческой отрасли пока сдерживается дефицитом и дороговизной белковых компонентов, особенно рыбной муки [1,4,5]. Для решения этой проблемы необходимо расширить научно-обоснованное использование растительного белка, особенно бобовых культур, которые требуют специальной технологической обработки для инактивации антипитательных веществ [6,7,8].

За последние годы в России и за рубежом складывается тенденция постепенной замены белка животного происхождения растительным. Самым богатым и доступным источником такого белка являются бобовые, особенно соя и люпин. Соя – хорошее сырьё для производства комбикормов, но содержит много антипитательных факторов, среди которых лектины, ингибиторы протеаз, гемагглютинины, соин, уреазы, сапонины и аллергены. Без специальной обработки она не может быть использована в кормлении животных [3, 9].

Аналогичное положение и с люпином, в котором тоже присутствуют вредные вещества [2]. В этой связи нами была разработана и испытана в производственных условиях обогатительная до-

бавка для комбикормов на основе полножирной сои, люпина и кукурузного глютена. Отработаны способы технологической подготовки сырья и процесс изготовления добавки (бобово-глютеновый концентрат – БГК) [7].

Научно обосновано применение в обогатительной добавке аминокислот и целого комплекса биологически активных веществ. Состав БГК следующий, в %: соя полножирная микронизированная, ошелушенная – 45,0; люпин шелушённый экструдированный – 35,0; кукурузный глютен – 14,0; аминокислоты -5; рыбий жир – 0,3; биологически активные вещества нового поколения – 0,7. (Патент РФ № 2549935).

Для повышения качества белка предусмотрено введение трёх незаменимых аминокислот (лизин, метионин, треонин).

Потребность в полиненасыщенных жирных кислотах Омега-3, Омега-6 покрывается за счёт полножирной сои и рыбьего жира.

В состав добавки введены биологически активные вещества нового поколения (биоплексы микроэлементов, витамины, эмульгатор жиров – лисофорт, регулятор энергетического обмена – L-карнитин). В комплексе все эти препараты создают синергетический эффект, улучшают усвоение кормов и обмен веществ в организме животных. По качественной характеристике БГК не уступает рыбной муке, но дешевле её на 42,2 % и может заменять рыбную муку в составе комбикормов (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав рыбной муки и бобово-глютенового концентрата (%)

Показатель	Общая влага	Сухое вещество	Сырая зола	Органическое вещество	Сырой протеин	Сырой жир	Клетчатка	БЭВ
Рыбная мука	6,70	93,70	5,41	87,89	39,06	27,70	-	21,13
БГК	9,38	90,62	5,30	85,32	43,31	11,90	6,24	23,87

По основному показателю – содержанию сырого протеина, бобово-глютеновый концентрат имеет преимущество перед рыбной мукой на 4,25 % [3,4,6].

Материал и методика исследований

В ОАО «Сатинское» Тамбовской области были отобраны две группы молодняка свиней по 13 голов в каждой. Средняя живая масса поросят составляла 25,38 и 25,93 кг.

Животные контрольной группы получали полнорационный комбикорм с рыбной мукой, а опытной – такого же состава комбикорм, но с бобово-глютеновым концентратом. В комбикормах эти добавки составляли 5 %. Опыт продолжался 71 день.

Результаты исследований

Среднесуточные приросты у поросят, получавших добавку БГК, были близки к показателям животных, которым скармливали рыбную муку (527 против 532 г), а затраты кормов были практически

одинаковые (3,21 и 3,19 кг комбикорма на 1 кг прироста живой массы).

Проведены микробиологические исследования фекалий, которые дают объективную характеристику состояния пищеварительной системы животных при использовании различных добавок в составе комбикормов (табл. 2).

Бактериологическими исследованиями не обнаружено существенных различий между группами в микробном пейзаже желудочно-кишечного тракта. Содержание в фекалиях бифидобактерий было на уровне 10^9 , а лактобактерий не менее 10^6 , что в конечном итоге обеспечивало господство в кишечнике полезной микрофлоры над патогенной. Это создавало благоприятные условия для пищеварения



Таблица 2 – Результаты бактериологического исследования фекалий подопытных свиней

Виды микроорганизмов	Группа	
	контрольная	опытная
1. Бифидобактерии	$>10^9$	$>10^9$
2. Лактобактерии	10^6	10^6
3. Энтерококки	$<10^3$	$<10^3$
4. Клостридии	не обнаружены	не обнаружены
5. E.coli типичные	10^6	10^6
6. E.coli лактозонегативные	10^5	10^5
7. E.coli гемолитические	не обнаружены	не обнаружены
8. Другие условно-патогенные энтеробактерии*	не обнаружены	не обнаружены
9. Стафилококк золотистый	не обнаружены	не обнаружены
10. Стафилококки (сапрофитный, эпидермальный)	10^3	не обнаружены
11. Дрожжеподобные грибы рода Candida	не обнаружены	не обнаружены
12. Неферментирующие бактерии**	не обнаружены	не обнаружены
13. Плесневые грибы	10^2	10^2
14. Негемолитический стрептококк	$>10^8$	$>10^8$

Примечание * – представители родов *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Proteus*, *Morganella*, *Providencia*, *Citrobacter* и др. энтеробактерии;

** – *Pseudomonas*, *Acinetobacter* и др.

Что касается условно-патогенных микроорганизмов, то их количество не превышало нормативные показатели для данного возраста поросят.

В обеих группах обнаружены плесневые грибы, количество которых было незначительное – 102.

Таким образом, микробиоценозы кишечника контрольных и опытных животных практически были идентичны и не выходили за пределы ПДК для молодняка свиней.

Для оценки физиологического состояния животных и направленности обменных процессов у поросят изучены биохимические и гематологические показатели крови.

Анализы показали, что у всех подопытных животных на достаточно высоком уровне протекал белковый и минеральный обмен, содержание белка в сыворотке колебалось между группами в пределах 60,13-61,58 г/л, кальция – 3,22-3,35 ммоль/л, фосфора – 1,95-2,91 ммоль/л.

Следует отметить, что в опытной группе несколько лучше был белковый и минеральный обмен. Об этом свидетельствует большее содержание белка на 1,45 % и фосфора на 0,96 ммоль/л в сыворотке их крови. К тому же у животных опы-

тной группы был более оптимальный белковый коэффициент – 0,70 против 0,56 в контрольной и лучшее соотношение кальция к фосфору – 0,9% против 0,6 %. Разница по фосфору статистически достоверна. Все это можно объяснить стимулирующим действием карнитина, входящего в состав БГК.

Переваримость питательных веществ кормов была в обеих группах высокой. Отмечено, что животные опытной группы лучше на 16,8 % переваривали жир, что связано с наличием в добавке эмульгатора жиров – лисофорта.

Баланс азота в организме подопытных животных был положительным (табл.3).

В теле контрольных животных отложено 14,17 г, а опытных – 13,50 г азота. Разница незначительная.

В итоге можно утверждать, что использование бобово-глютенового концентрата в комбикормах обеспечивает сбалансированное кормление свиней и позволяет получить показатели продуктивности и конверсии кормов на уровне комбикормов с рыбной мукой.

Таблица 3 – Среднесуточный баланс и использование азота

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Принято с кормом, г	32,81	31,51
Выделено в кале, г	8,38	8,32
Выделено в моче, г	10,26	9,69
Отложено в теле, г	14,17	13,50
Использовано в %:		
от принятого	43,18	42,80
от переваренного	58,00	58,20

В теле контрольных животных отложено 14,17 г, а опытных – 13,50 г азота. Разница незначительная.

В итоге можно утверждать, что использование бобово-глютенового концентрата в комбикормах обеспечивает сбалансированное кормление сви-



ней и позволяет получить показатели продуктивности и конверсии кормов на уровне комбикормов с рыбной мукой.

Заключение

Бобовые культуры являются большим резервом полноценного кормового белка для свиноводства. Эти культуры создают базу для производства импортозамещающих добавок, они обеспечат сбалансированное кормление животных и повысят конкурентоспособность отрасли.

Расчёты показали, что использование бобово-глютенового концентрата взамен рыбной муки экономически выгодно и перспективно. При этом снижается стоимость комбикормов на 10,9 % и сокращаются на 114 руб. затраты на выращивание одного поросёнка.

Список литературы

1. Архипов, А. Актуальные проблемы отечественного животноводства [Текст] / А. Архипов, Л. Топорова // Главный зоотехник. - 2013. - № 9. - С. 3-6.
2. Концентрат на основе люпина для бройлеров [Текст] / Н. Гапонов, В. Мехтиев, А. Менькова и др. // Комбикорма. - 2011. - № 7. - С. 69-71.
3. Шулаев, Г. БВМК на основе сои и люпина [Текст] / Г. Шулаев, В. Энговатов, Р. Милушев /

Комбикорма. - 2013. - № 11. - С. 77-78.

4. Обогащительная добавка на основе растительного белка в комбикормах для поросят [Текст] / Г. Шулаев, В. Энговатов, А. Бетин, Р. Милушев // Главный зоотехник. - 2014. - № 5. - С. 18-23.

5. Концентрат из растительного белка – альтернатива рыбной муке [Текст] / Г. Шулаев, В. Энговатов, А. Бетин, Р. Милушев // Свиноводство. - 2014. - № 4. - С. 73-74.

6. Кормовая добавка, содержащая сою и люпин [Текст] / Г. Шулаев, В. Энговатов, А. Бетин и др. // Наука в Центральной России. - 2014. - № 6 (12). - С. 5-9.

7. Технология приготовления бобово-глютенового концентрата для комбикормов и импортозамещающих обогащительных добавок [Текст] / Г. Шулаев, В. Энговатов, А. Бетини др. // Вестник ВНИИМЖ. - 2014. - № 4. - С. 246-248.

8. Чернышев, Н. И. Кормовые факторы и обмен веществ [Текст] / Н. И. Чернышев, И. Г. Панин, Н. И. Шумский. – Воронеж, 2007. - 187 с.

9. Чекмарёв, П. А., Рациональные подходы к решению проблемы белка в России [Текст] / П. А. Чекмарев, А. И. Артюхов // Достижения науки и техники АПК. - 2011. - № 6. - С. 5-8.

EFFICIENCY APPLICATION BOBE-GLUTEN CONCENTRATE IN MIXED FODDER FOR PIGLETS

Shulaev Gennady M., candidate of agricultural science, chief laboratory

Engovatov Viacheslav F., doctor of agriculture science, general researcher,

Betin Alexandr N., candidate of agricultural science, led researcher,

Milushev Rinat K., candidate of biological science, senior researcher,

Votnovskaya Nina A., candidate of biological science, senior researcher

All Russian research institute for use of machinery and Petroleum Products in Agriculture, e-mail: tnij@yandex.ru

One of the major problems for dynamical development pig farming – maintenance animals with qualitative forages. Among food factors the albumens - essential value: they lack causes the big damage of branch. In connection with that requirement in high-grade albuminous forages, was made recipe protein-glutane-concentrate. The concentrate intended for input in mixed fodders for young pigs. In structure of this additive have soya and lupine – sources of vegetative fiber. However these components contain antinutrients. For their removal it is spent activation soya in optimal mode processing. It has allowed inactivate antinutrients to norm. a peeling and extrusion lupine also has improved qualitative characteristics of a forage: the protein has raised, decreased cellular. Use in mixed fodders of the developed additive was favorably reflected on physiological condition of animals, high average gain. The additive created on the basis of vegetative raw materials more cheaply fish meal. Manufacture of mixed fodders with such concentrating additive manages more cheaply on 10,9 %.

Key words: feed additive, fish meal, piggies, soya, lupine, glutane, productivity, stuffs conversion, microbial status, digestibility.

Литература

1. Архипов А., Топорова Л. Актуальные проблемы отечественного животноводства // Главный зоотехник. - 2013. - №9. - С.3-6.
2. Гапонов Н. Концентрат на основе люпина для бройлеров / Н. Гапонов, В. Мехтиев, А. Менькова и др. // Комбикорма. - 2011. - №7. - С.69-71.
3. Шулаев Г., Энговатов В., Милушев Р. БВМК на основе сои и люпина // Комбикорма. - 2013. - №. - С.77-78.
4. Шулаев Г., Энговатов В., Бетин А., Милушев Р. Обогащительная добавка на основе растительного белка в комбикормах для поросят // Главный зоотехник. - 2014. - №5. - С.18-23.
5. Шулаев Г., Энговатов В., Бетин А., Милушев Р. Концентрат из растительного белка – альтернатива рыбной муке // Свиноводство. - 2014. - №4. - С.73-74.
6. Шулаев Г.М., Энговатов В.Ф., Бетин А.Н., Милушев Р.К., Вотновская Н.А. Кормовая добавка, содержащая сою и люпин // Наука в Центральной России. - 2014. - № 6(12). - С.5-9.
7. Шулаев Г.М., Энговатов В.Ф., Бетин А.Н., Милушев Р.К., Вотновская Н.А. Технология приготовления бобово-глютенового концентрата для комбикормов и импортозамещающих обогащительных добавок // Вестник ВНИИМЖ. - 2014. - №4. - С.246-248.
8. Чернышев Н.И., Панин И.Г., Шумский Н.И. Кормовые факторы и обмен веществ. - Воронеж. - 2007. - С.129.
9. Чекмарев П.А., Артюхов А.И. Рациональные подходы к решению проблемы белка в России // Достижения науки и техники АПК. - 2011. - №6. - С.5-8.



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 626:824

АНАЛИЗ ПОВОРОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА КАНАЛАХ-БЫСТРОТОКАХ ГОРНО-ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ

АДЖЫГУЛОВА Гульмира Сагыналиевна, канд. техн. наук, докторант кафедры гидротехнического строительства и водных ресурсов, Кыргызско-Российский Славянский университет, gulmira_999@mail.ru

АТАМАНОВА Ольга Викторовна, д-р техн. наук, профессор, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., O_V_Atamanova@mail.ru

Целью настоящей работы являлось изучение существующих поворотных сооружений для быстротечных каналов с бурным течением. Наличие каналов-быстротоков получило значительное распространение в горно-предгорной зоне Кыргызской Республики, где развито орошаемое земледелие. Скорости потока в каналах-быстротоках превышают критические значения, что вызывает сложность поворота такого потока в канале. Каналы-быстротоки оснащаются множеством поворотных сооружений с углом поворота от 10° до 90° . Конструкции поворотных сооружений на каналах-быстротоках классифицируют по конструктивным признакам. В работе проведен анализ существующих конструкций поворотных сооружений для быстротечных каналов. Приведены схемы наиболее оригинальных конструкций. Выявлены достоинства и недостатки существующих поворотных сооружений на каналах-быстротоках, позволившие наметить пути дальнейшего совершенствования этого типа сооружений. Проведенный анализ существующих конструкций поворотных сооружений позволил разработать основные требования к этим сооружениям для их дальнейшего совершенствования.

Ключевые слова: горно-предгорная зона, канал-быстроток, поворотное сооружение, бурный поток.

Введение

В Кыргызской Республике преобладающими являются оросительные системы открытого типа [1]. Большинство из них расположены в горно-предгорной зоне, отличительной особенностью которой являются сложность рельефа и большие уклоны местности. В таких условиях проводится строительство и использование длинных, до нескольких десятков километров, каналов-быстротоков, характеризующихся бурным, иногда сверхбурным течением потока [2]. Бурный режим течения воды в быстротечных каналах требует использования специфических конструкций сетевых, в т.ч. и поворотных, сооружений. Поскольку в горно-предгорной зоне трассы ирригационных каналов проходят в достаточно сложных условиях рельефа местности (сильно пересеченная топографическая поверхность, различная конфигурация массивов орошения и т.д.), каналы-быстротоки оснащаются множеством поворотных сооружений с углом поворота от 10° до 90° [3]. Анализ состояния и пути совершенствования этого типа гидротехнических сооружений является актуальной задачей на современном этапе использования ороситель-

ных систем в горно-предгорной зоне.

Объекты исследования

Объектами исследования являются поворотные сооружения на быстротечных каналах с бурным течением. Скорости воды в этих каналах превышают критические значения.

Сложность осуществления поворота потока воды в каналах с бурным режимом течения обусловила разработку различных конструкций поворотных сооружений, предназначенных для поворота бурного потока в открытом канале на заданный угол. Существующие конструкции поворотных сооружений на каналах-быстротоках можно классифицировать по наиболее характерным конструктивным признакам [3]:

- конструкции, обеспечивающие плавный поворот канала по заданному радиусу закругления;
- сооружения, в которых поворот потока осуществляется путем виражирования;
- конструкции, использующие в составе сооружения наклонные пороги.

На оросительных системах Кыргызской Республики широкое распространение получили повороты «по дуге круга», имеющие следующие недо-



статки [3]:

- уменьшение пропускной способности на многих построенных сооружениях (особенно на каналах с уклонами дна 0,01 и более) на 20-50%;

- выплескивание воды за борт сооружения на вогнутом берегу канала;

- в канале за поворотом образуется сбойное течение, распространяемое на значительное расстояние и снижающее пропускную способность отводящего канала.

В условиях горно-предгорной зоны Кыргызской Республики, где массивы орошения имеют самую разнообразную (в т.ч. неправильную) конфигурацию, поворот каналов с бурным режимом течения рационально осуществлять по ломаной в плане линии, что придает земельным массивам необходимую форму, повышает коэффициент земельного использования.

Анализ результатов разработок и исследований поворотных сооружений

Вопросам разработок и исследований поворотных сооружений на быстротечных каналах посвящены работы Аджыгуловой Г.С. [4], Бейшекеева К.К. [3], Бочкарева Я.В. [5], Вагапова Р.И. [6], Голубенко В.М. [7], Голубенко М.И. [8, 9], Лаврова Н.П. [5], Сатаркулова С.С. [10, 11] и др.

К настоящему времени разработано значительное количество различных конструкций поворотных сооружений, осуществляющих поворот на 90°.

В таблице приведены основные конструкции поворотных сооружений для каналов с бурным течением, их гидравлические характеристики, а также достоинства и недостатки. Каждый из перечисленных типов сооружений на быстротечных каналах имеет свои особенности и области применения.

Анализ данных таблицы позволяет отметить, что большинство сооружений на каналах-быстротоках используют в работе принцип гашения энергии бурного потока на повороте за счет деления потока по вертикали. В основе большинства конструкций имеет место донная траншея, что обосновывается принципом наименьшего вмешательства в бурный поток при его повороте.

Анализируя процесс поворота бурного потока на каналах с уклоном дна больше критического, видим, что высокоскоростной поток, наталкиваясь на препятствия в виде поворота, образует нестационарный гидравлический прыжок и, как следствие, пульсацию скоростей глубин и расходов воды за поворотом. Существующие конструкции поворотных сооружений частично гасят энергию бурного потока и путем использования направляющих элементов устраняют пульсационные явления в потоке за поворотом. При этом нами было выявлено, что большинство из разработанных конструкций поворотных сооружений не получили распространения на быстротечных каналах горно-

предгорной зоны из-за громоздкости конструкций и ограниченности области применения. Помимо этого существующие конструкции не обеспечивают борьбы с плавником и мусором в потоке, что сильно снижает пропускную способность сооружения.

Проведенный анализ поворотных сооружений на быстротечных каналах позволил обосновать необходимость их дальнейшего совершенствования с целью устранения недостатков существующих конструкций.

Заключение

Для полноты решения проблемы поворота бурного потока на каналах-быстротоках необходимо провести детальные теоретические исследования гидравлики процесса поворота бурного потока в открытом канале.

Необходимо тщательно проанализировать технологию поворота бурных потоков и наметить пути дальнейшего совершенствования поворотных сооружений с целью улучшения их эксплуатационных характеристик.

Проведенный анализ существующих конструкций поворотных сооружений показал, что необходимо создание новых усовершенствованных поворотных сооружений для каналов-быстротоков, которые должны отвечать следующим основным требованиям:

1. Обеспечивать поворот потока с различными степенями бурности без следующих явлений:

- выплескивания воды через борт вогнутого берега сооружения;

- образования сбойного течения воды в канале за поворотом;

- снижения пропускной способности сооружения.

2. Быть удобным в эксплуатации и надежным в работе.

3. Осуществлять поворот бурного потока под разными углами $\alpha \leq 90^\circ$.

4. Обеспечивать простоту конструкции сооружения.

5. Сооружение не должно оказывать отрицательного влияния на гидравлическую структуру потока в подводящей части канала.

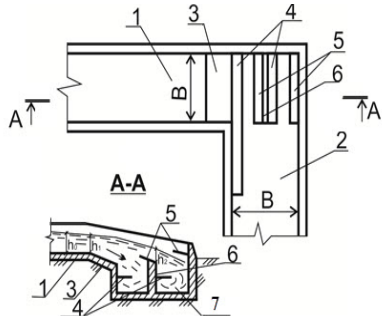
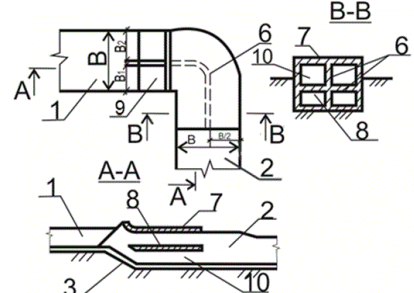
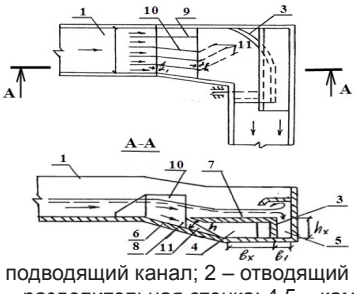
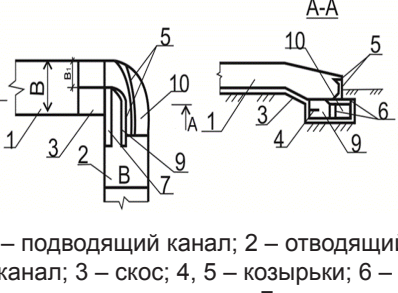
6. Поворотное сооружение должно обладать высокой пропускной способностью.

7. Сооружение должно обеспечивать проектные характеристики во всем заданном диапазоне области применения, полноценно функционировать как при бурном, так и при сверхбурном режиме течения потока.

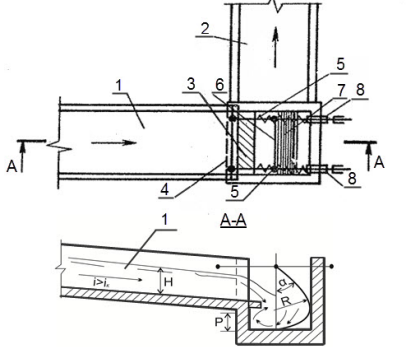
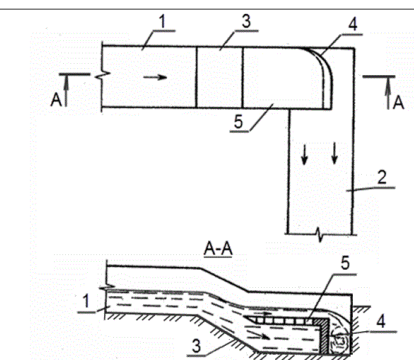
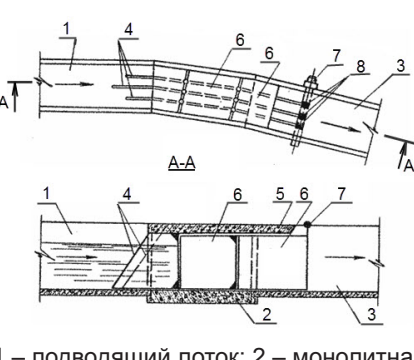
Создание поворотных сооружений, отвечающих перечисленным требованиям, позволит повысить качество эксплуатации быстротечных каналов оросительных систем, будет способствовать водо- и ресурсосбережению в горно-предгорной аридной зоне.



Таблица – Технические характеристики поворотных сооружений на каналах с бурным течением

Тип сооружения	Конструктивная схема	Условия применения	Основные характеристики	Достоинства	Недостатки
Поворотное сооружение для открытых каналов А.С.1167269 Сатаркулов С.С., Бейшекеев К.К. [11]	 1 – подводящий канал; 2 – отвод; 3 – скос; 4 – полки; 5 – козырьки; 6 – разделительная стенка; 7 – поперечная галерея	Бурный режим течения, отсутствие катящихся волн в потоке, отсутствие в потоке влекомых наносов	Уклоны дна $i \geq i_{\text{нр}}$; $i < 0,04$; скорости $1,0 \leq v \leq 5,0 \text{ м/с}$; расходы $Q \leq 12,0 \text{ м}^3/\text{с}$	Простота конструкции и эксплуатации	Ограничение по расходам; уменьшение пропускной способности сооружения за счет налипания плавника и мусора на козырьки
Поворотное сооружение с горизонтальной полкой для открытых каналов Сатаркулов С.С., Бейшекеев К.К. [3]	 1 – подводящий канал; 2 – отводящий канал; 3 – скос; 6 – разделительная стенка; 7 – перекрытие; 8 – горизонтальная полка; 9 – поперечная галерея; 10 – продольная галерея	Бурный режим течения, отсутствие катящихся волн в потоке	Уклоны дна $i = 0,005 \div 0,04$; скорости $1,0 \leq v \leq 4,0 \text{ м/с}$; расходы $Q \leq 10,0 \text{ м}^3/\text{с}$	Гашение кинетической энергии потока	Продольные и поперечные галереи громоздки и дорогие, а также затруднительная очистка галерей процессе эксплуатации
Поворотное сооружение для открытых каналов RU 2485247 Голубенко В.М.[7]	 1 – подводящий канал; 2 – отводящий канал; 3 – разделительная стенка; 4,5 – камеры; 6 – наклонный участок; 7 – горизонтальная полка; 8 – донная прорезь; 9 – вертикальная стенка; 10 – струенаправляющее устройство; 11 – направляющие	Бурный режим течения, отсутствие катящихся волн в потоке	Уклоны дна $i = 0,005 \div 0,02$; скорости $2,0 \leq v \leq 8,0 \text{ м/с}$; расходы $Q \leq 8,0 \text{ м}^3/\text{с}$	Размеры донного колодца значительно сокращены по длине канала. Гашение кинетической энергии потока	Размеры колодца увеличены по его ширине, делая её громоздкой и дорогой; затруднительная очистка сооружения от плавника и мусора
Поворотное сооружение с галереями для открытых каналов Сатаркулов С.С., Бейшекеев К.К. [3]	 1 – подводящий канал; 2 – отводящий канал; 3 – скос; 4, 5 – козырьки; 6 – разделительная стенка; 7 – перекрытие; 8 – горизонтальная полка; 9 – поперечная галерея; 10 – продольная галерея	Бурный режим течения, отсутствие катящихся волн в потоке	Уклоны дна $i = 0,002 \div 0,02$; скорости $1,0 \leq v \leq 7,0 \text{ м/с}$; расходы $Q \leq 10,0 \text{ м}^3/\text{с}$	Удовлетворительное гашение избыточной энергии потока на повороте	Сложная конфигурация козырьков, громоздки галереи, не высокая пропускная способность



Поворотное сооружение с галереями для открытых каналов Сатаркулов С.С., Бейшекеев К.К. [3]	 1 – подводящий канал; 2 – отводящий канал; 3 – горизонтальная полка; 4 – перекладина; 5 – винтовые направляющие; 6 – ось; 7 – пластинка; 8 – рукоятка	Бурный режим течения, отсутствие катящихся волн в потоке	Уклоны дна $i = 0,005 \div 0,02$; расходы $Q \leq 15,0 \text{ м}^3 / \text{с}$	Гашение избыточной энергии потока при помощи диафрагмы	Сложность конструкции и эксплуатации; недостаточная надежность в работе
Поворотное сооружение для каналов с бурным режимом течения А.С. № 918391 Сатаркулов С.С., Бейшекеев К.К. [10]	 1 – подводящий канал; 2 – отводящий канал; 3 – наклонный участок; 4 – криволинейная разделительная стенка; 5 – полка	Бурный режим течения, отсутствие катящихся волн в потоке	Уклоны дна $i = 0,005 \div 0,02$; скорости $1,5 \leq v \leq 8,0 \text{ м / с}$; расходы $Q \leq 5,0 \text{ м}^3 / \text{с}$	Простота конструкции	Ограничение по расходам; необходимость устройства колодца значительных размеров на месте сооружения
Поворотное сооружение для лотковых каналов с бурным режимом течения. А.С. № 641028 Голубенко М.И., Александров А.И. [8]	 1 – подводящий лоток; 2 – монолитная вставка; 3 – отводящий лоток; 4 – разделительные стенки; 5 – перекрытие; 6 – камеры; 7 – регулируемая тяга; 8 – проходы	Бурный режим течения, отсутствие катящихся волн в потоке	Уклоны дна $i = 0,005 \div 0,02$; скорости $1,0 \leq v \leq 7,0 \text{ м / с}$; расходы $Q \leq 25,0 \text{ м}^3 / \text{с}$	Поворот воды без устройства донного колодца	Ограничение области применения по углу поворота

Список литературы

1. Атаманова, О.В. Использование энерго- и водосберегающих технологий при водораспределении из открытых оросительных каналов [Текст] / О.В. Атаманова // Теоретические и практические вопросы развития научной мысли в современном мире : сб. статей межд. научно-практической конф. – Уфа : Азтерна, 2015. – С. 12-14.
2. Лавров, Н. П. Характеристика и особен-

ности водораспределительных сооружений оросительных систем горно-предгорной зоны [Текст] / Н. П. Лавров, О. В. Атаманова, К. К. Бейшекеев // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2006. – № 9. – Т. 6. – С. 108-111.

3. Бейшекеев, К. К. Гидротехнические сооружения оросительных систем горно-предгорной зоны [Текст] / К. К. Бейшекеев, С. С. Сатаркулов. – Бишкек : КНИИР, 2004. – 541с.



4. Аджыгулова, Г. С. Теоретическое обоснование применения поворотных сооружений с резким поворотом потока в плане на каналах-быстроотоках [Текст] / Г. С. Аджыгулова // Пути совершенствования систем гидроавтоматики в мелиорации : сб. науч. тр. – Бишкек : Кирг СХИ, 1995. – С.33-45.
5. Бочкарев, Я. В. Гидротехнические сооружения на каналах-быстроотоках со сверхбурным течением [Текст] : учеб. пособ. / Я. В. Бочкарев, Н. П. Лавров. – Бишкек : Кирг. СХИ, 1991. – 116 с.
6. Вагапов Р. И. Расчет поворотов с плоским дном при бурном режиме течения [Текст] / Р. И. Вагапов // Гидротехника и мелиорация. – 1978. – № 2. – С. 10-16.
7. Пат. 2485247 Российская Федерация, МПК Е 02 В13/00. Поворотное сооружение для открытых каналов [Текст] / Голубенко В.М. - № 2012102437/13 ; заявл. 24.01.12 ; опубл. 20.06.13, Бюл. № 17. – 4 с.: ил.
8. А. с. 641028 СССР, МКИ Е 02 В 13/00. Поворотное сооружение для лотковых каналов с бурным режимом течения [Текст] / М. И. Голубенко, А. И. Александров (СССР). - № 2387812/29-15 ; заявл. 14.07.76 ; опубл. 05.01.79, Бюл. № 1. – 2 с.: ил.
9. А. с. 1168663 СССР, МКИ Е 02 В 13/00. Поворотное сооружение для каналов с бурным режимом течения [Текст] / М. И. Голубенко, А. В. Есиков, В. Б. Барбаков (СССР). - № 2758565/29-15 ; заявл. 26.04.79 ; опубл. 23.07.85, Бюл. № 27. – 1 с.: ил.
10. А. с. 918391 СССР, МКИ Е 02 В 13/00. Поворотное сооружение для каналов с бурным режимом течения [Текст] / С. Сатаркулов, К. К. Бейшекеев (СССР). - № 2973892/29-15 ; заявл. 04.06.80 ; опубл. 07.04.82, Бюл. № 13. – 2 с.: ил.
11. А. с. 1167269 СССР, МКИ Е 02 В 13/00. Поворотное сооружение для открытых каналов [Текст] / С. Сатаркулов, К.К. Бейшекеев (СССР). - № 3394469/29-15 ; заявл. 11.12.81; опубл. 15.07.85, Бюл. № 26. – 1 с.: ил.

ANFLYSIS OF THE TURN-OVER STRUCTURES FOR THE CHANNEL-CHUTES IN THE MOUNTAIN-FOOTHILL ZONE

Adzhygulova Gulmira S., candidate of technical sciences, doctoral student of department "Hydraulic Engineering and Water Resources", the Kyrgyz-Russian Slavic University, gulmira_999@mail.ru

Atamanova Olga V., Professor, doctor of technical sciences, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, O_V_Atamanova@mail.ru

Literatura

1. Atamanova, O.V. Ispol'zovanie ehnergo- i vodosberegayushchih tekhnologij pri vodoraspredelenii iz otkrytyh orositel'nyh kanalov [Tekst] / O.V. Atamanova // Teoreticheskie i prakticheskie voprosy razvitiya nauchnoj mysli v sovremennom mire: Sb. statej mezhd. nauchno-prakticheskoy konf. – Ufa: Aehterna, 2015. – S. 12-14.
2. Lavrov, N.P. Harakteristika i osobennosti vodoraspredelitel'nyh sooruzhenij orositel'nyh sistem gorno-predgornoj zony [Tekst] / N.P. Lavrov, O.V. Atamanova, K.K. Bejshekeev // Vestnik Kyr-gyzsko-Rossijskogo Slavyanskogo universiteta. Tom 6. – 2006. – № 9. S. 108-111.
3. Bejshekeev, K.K. Gidrotekhnicheskie sooruzheniya orositel'nyh sistem gorno-predgornoj zony [Tekst] / S.S. Satarkulov, K.K. Bejshekeev. – Bishkek: KNIIR, 2004. – 541s.
4. Adzhygulova, G.S. Teoreticheskoe obosnovanie primeneniya povorotnyh sooruzhenij s rezkim povorotom potoka v plane na kanalah-bystratokah [Tekst] / G.S. Adzhygulova // Puti sovershenstvovaniya sistem gidroavtomatiki v melioracii: Sb. nauch. tr. – Bishkek: Kirg SKHI, 1995. – S.33-45.
5. Bochkarev, YA.V. Gidrotekhnicheskie sooruzheniya na kanalah-bystratokah so sverhburnym techeniem [Tekst]: Ucheb. posobie / YA.V. Bochkarev, N.P. Lavrov. – Bishkek: Kirg. SKHI, 1991. – 116 s.
6. Vagapov R.I. Raschet povorotov s ploskim dnom pri burnom rezhime techeniya [Tekst] / R.I. Vagapov // Gidrotekhnika i melioraciya. - № 2, 1978. – S. 10-16.
7. Пат. 2485247 Rossijskaya Federaciya, МПК Е 02 В13/00. Поворотное сооружение для открытых каналов [Текст] / Golubenko V.M. - № 2012102437/13; yayavl. 24.01.12; opubl. 20.06.13, Byul. № 17. – 4 s.: il.
8. А. с. 641028 SSSR, МКИ Е 02 В 13/00. Поворотное сооружение для лотковых каналов с бурным режимом течения [Текст] / М.И. Голубенко, А.И. Александров (СССР). - № 2387812/29-15; yayavl. 14.07.76; opubl. 05.01.79, Byul. № 1. – 2 s.: il.
9. А. с. 1168663 SSSR, МКИ Е 02 В 13/00. Поворотное сооружение для каналов с бурным режимом течения [Текст] / М.И. Голубенко, А.В. Есиков, В.Б. Барбаков (СССР). - № 2758565/29-15; yayavl. 26.04.79; opubl. 23.07.85, Byul. № 27. – 1 s.: il.
10. А. с. 918391 SSSR, МКИ Е 02 В 13/00. Поворотное сооружение для каналов с бурным режимом течения [Текст] / S. Satarkulov, K.K. Bejshekeev (СССР). - № 2973892/29-15; yayavl. 04.06.80; opubl. 07.04.82, Byul. № 13. – 2 s.: il.
11. А. с. 1167269 SSSR, МКИ Е 02 В 13/00. Поворотное сооружение для открытых каналов [Текст] / S. Satarkulov, K.K. Bejshekeev (СССР). - № 3394469/29-15; yayavl. 11.12.81; opubl. 15.07.85, Byul. № 26. – 1 s.: il.



УДК 631.31.06

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ПЛАНЧАТОГО КАТКА КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА

БАЙБОБОВЕВ Набижон Гуломович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Механизация сельского хозяйства» ngbayboboev@gmail.com

КУЧКОРОВ Собиржон Каримжонович, ассистент кафедры «Механизация сельского хозяйства»

КОСИМОВ Азамжон Адихамжонович, ассистент кафедры «Механизация сельского хозяйства»
Наманганский инженерно-педагогический институт, Республика Узбекистан

В статье приведены результаты теоретических исследований по обоснованию параметров планчатого катка комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы. Определены, что перед проведением посева для качественного подготовки почвы диаметр катка должен быть не менее 36 см, а количество планок не менее 8 штук.

Ключевые слова: агрегат, планчатый каток, почва, рыхлитель, выравниватель, машина, опорное колесо, планка, навеска, энергия.

В настоящее время для ранневесенней подготовки почвы к севу сельскохозяйственных культур применяются чизели-культиваторы типа ЧК-3,0 и ЧКУ-4А, зубные бороны БЗСС-1,0, БЗТС-1,0 и БЗТХ-1,0, мала-выравниватели типа МВ-6,0, МВ-6,5 и ВП-8. При подготовке почвы к севу эти машины выполняют операции по отдельности, что приводит к ухудшению физико-механических свойств почвы и быстрому испарению влаги в почве; кроме того, эти машины не отвечают современным ресурсосберегающим требованиям. Все вышеперечисленные недостатки приводят к увеличению затрат энергии и труда.

Анализируя литературные данные [1,2], можно видеть, что указанные недостатки устраняются созданием комбинированного предпосевного почвообрабатывающего агрегата. В связи с этим нами разработан комбинированный предпосевной почвообрабатывающий агрегат (рис. 1), который состоит из рамы 6; рыхлительных рабочих органов 1,2, прикрепленных к раме для рыхления поверхности почвы (до 15-20 см); выравнивающе-уплотняющего рабочего органа типа выравнивате-

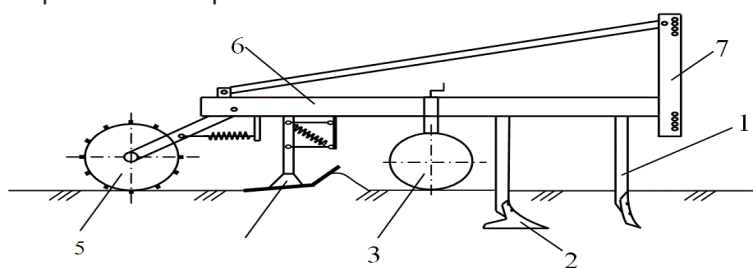
ля 4 и катка уплотнителя 5 для создания мульчированного слоя почвы и уплотнения. Кроме этих рабочих органов он оснащен опорными колесами 3 для регулировки глубины обработки почвы и навеской 7.

Для выравнивания и уплотнения поверхности почвы перед посевом сельскохозяйственных культур в состав комбинированного агрегата включен планчатый каток. Поэтому в этой работе изучены его основные параметры, приведены результаты теоретических исследований по определению количества планок и диаметра планчатого катка.

Обычно диаметр катка определяется из условия возможности прохождения встречающихся перед ним комьев. Из источников [2,3] известно, что для выполнения поставленного условия угол сжатия комков τ (рис. 2) должен быть меньше суммы внешнего и внутреннего углов трения, т.е.

$$\tau < \varphi_1 + \varphi_2 \quad (1)$$

где φ_1 и φ_2 – соответственно углы трения комков о рабочую поверхность катка и о почву.



1 – рыхлитель; 2 – стрельчатая лапа; 3 – опорное колесо; 4 – выравниватель-уплотнитель; 5 – планчатый каток; 6 – рама; 7 – навеска Рис.1 – Схема комбинированного агрегата

Если считать форму встречающихся с катком комков круглой, то в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 2, будем иметь:

$$R_z - R_z \cos \tau = r_k (1 + \cos \tau) + h_z, \quad (2)$$

где R_z – радиус катка;

r_k – радиус комков;

h_z – глубина погружения катка в почву

Отсюда, с учетом выражения (1), радиус катка R_z определяется из следующего выражения:

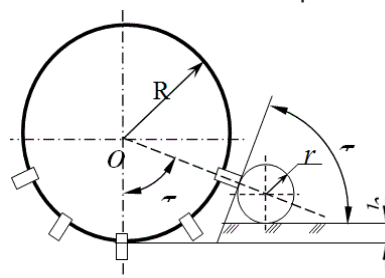


Рис.2 – Схема определения диаметра катка

© Байбобоев Н. Г., Кучкоров С. К., Косимов А. А., 2015г



$$R_z > \frac{r_k [1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2)] + h_z}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} \quad (3)$$

или

$$D_z > \frac{d_k [1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2)] + 2h_z}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)}, \quad (4)$$

где D_z – диаметр катка; d_k – диаметр комка.

Приняв $d_k = 10$ см, $h_z = 5$ см, $\varphi_1 = 30^\circ$ и $\varphi_2 = 40^\circ$ [2,4], определим по выражениям (3) и (4) радиус и диаметр катка: $R_z = 18$ см или $D_z = 36$ см.

Количество планок катка n определим из условия, что в процессе работы как минимум одна планка должна находиться в контакте с почвой (рис. 3); оно может быть определено из следующего выражения:

$$n \geq \frac{2\pi}{\arccos \frac{R_z - h_z}{R_z}}. \quad (5)$$

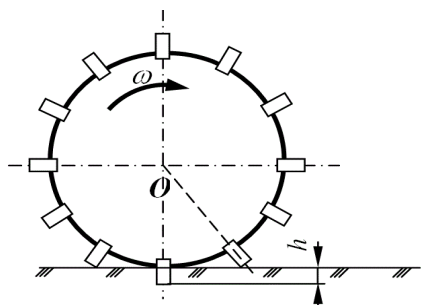


Рис.3 – Схема определения количества планок катка

Как видно из анализа выражения (5), количество планок катка зависит в основном от его диаметра и глубины погружения в почву. Подставляя ранее определенные их значения в выражение (5), найдем, что количество планок должно быть не менее 8 штук.

Таким образом, можно сделать вывод, что перед проведением посева для качественной подготовки почвы диаметр катка должен быть не менее 36 см, а минимальное количество планок должно быть равно 8.

Список литературы

1. Карпенко, А. Н. Сельскохозяйственные машины [Текст] / А. Н. Карпенко, В. М. Халанский. – М. : Агропромиздат, 1989. – 52 с.
2. Рудаков, Г. М. Технологические основы механизации сева хлопчатника [Текст] / Г. М. Рудаков. – Ташкент : Фан, 1974. – 245 с.
3. Насыров, И. З. Выбор типа и обоснование параметров каточной бороны для работы в агрегате с чизель-культиватором в зоне хлопководства [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / И. З. Насыров. – Янгйюль, 1993. – 152 с.
4. Инояттов, И. А. Обоснование параметров измельчающе-уплотняющего рабочего органа ротационного бесприводного рыхлителя [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук / И. А. Инояттов. – Янгйюль, 1997. – 18 с.

RESULTS OF STUDIES ON THE JUSTIFICATION OF PARAMETERS SLATTED ROLLERS COMBINED AGGREGATE

Boyboboev Nabizhon G., Doctor of Technical Sciences, Full Professor Head. the department "Mechanization of agricultural", ngbayboboev@gmail.com

Kuchkorov Sobirjon K., assistant of the Department of "Mechanization of agriculture"

Kosimov Azamjon A., assistant of the Department of "Mechanization of agriculture"

Namangan engineering-teacher training college, Republic Uzbekistan

The paper presents the results of theoretical studies to substantiate the parameters slatted roller combined unit for seedbed preparation. Determined that prior to seeding for good soil preparation diameter of the roller should be at least 36 cm, and the number of bars at least 8 pieces.

Key words: unit, slat roller, soil, ripper, equalizer, car, a vital support to the wheel, strap, linkage, energy.

Literatura

1. Karpenko, A.N. Selskokhozyaystvennyye mashiny [tekst] / A.N. Karpenko, V.M. Khalanskiy. – M.: Agropromizdat, 1989. – 52s.
2. Rudakov, G.M. Tekhnologicheskiye osnovy mekhanizatsii seva khlopchatnika [Tekst] / G.M. Rudakov. – Tashkent : Fan, 1974. – 245 s.
3. Nasyrov, I.Z. Dybor tipa I obosnovaniye parametrov katochnoy borony dlya raboty d aggregate s cyizel-kultivatorom v zone khlopkovodstva [Tekst] : dis....kand. tekhn. nauk / I.Z. Nasyrov. – Yangiyul, 1993. – 152 s.
4. Inoyatov, I.A. Obosnovanie parametrov izmelchayushche-uplotnyayushchego rabochoego organa rotatsionnogo besprivodnogo rykhlytelya [Tekst] : avtoref. dis....kand. tekhn. Nauk / I.A. Inoyatov. – Yangiyul, 1997. – 18 s.





УДК 631.321

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ОПОРНО-КОПИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

БАЙБОБОВЕВ Набижон Гуломович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Механизация сельского хозяйства» ngbayboboev@gmail.com

МУХАМЕДОВ Жобирхон Мирзаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механизация сельского хозяйства»

АКБАРОВ Шерзод Ботирович, ассистент кафедры «Механизация сельского хозяйства»
Наманганский инженерно-педагогический институт, Республика Узбекистан

В статье рассмотрены методы получения математической модели влияния комкоразрушающего опорно-копирующего устройства на эффективность сепарации почвы с учетом повреждаемости клубней картофеля, которую можно было бы применять для выбора конструктивных параметров комкоразрушающего опорно-копирующего устройства и пользоваться ею для прогнозирования эффективности сепарации, производительности. В результате найдены оптимальные параметры комкоразрушающего устройства, применение которого в картофелеуборочных машинах позволяет повысить эффективность сепарации почвы по сравнению с серийным комбайном на 18%.

Ключевые слова: каток, колесо, вертикальная нагрузка, скорость, элеватор, математическая модель, эксперимент, эффективность сепарации, производительность, картофелеуборочная машина, картофель.

Введение

Сепарирующие рабочие органы существующих картофелеуборочных машин, в частности, основные элеваторы, не могут обеспечить необходимую полноту сепарации почвы и достаточную производительность в различных почвенно-климатических условиях.

В связи с этим повышение эффективности сепарации почвы в основных элеваторах картофелеуборочных машин путем производительного разрушения почвенных комков в грядках является актуальной научно-технической задачей [1,2].

Это особенно актуально в условиях тяжелых почв пониженной влажности, где без предварительного разрушения почвенных комков невозможна комбайновая уборка картофеля.

Объект исследований

Исходя из этого, для предварительного разрушения поверхностных почвенных комков нами разработано опорно-копирующее комкоразрушающее каток-колесо, позволяющее использовать на картофелеуборочном комбайне в зависимости от погодных условий колеса или катки [3].

Комкоразрушающие копирующие катки-колеса (рис.1) содержат комкоразрушающие катки 5 и опорные колеса 1, смонтированные на общей геометрической оси. Ось 6 катков выполнена кинематически отдельно от оси 13 колес и опирается через сферические опоры 8 на ступицы 2. Опоры ступицы выполнены в виде открытых полуцилиндров 7, являющихся опорами для цапф, крепящихся в них болтовыми соединениями 9,10,11 (рис. 1, вид по А-А).

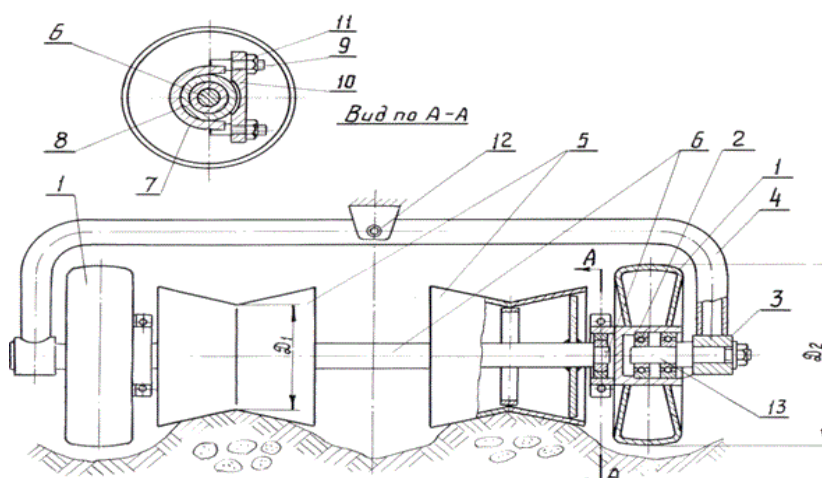


Рис.1 – Комкоразрушающие копирующие катки-колеса

© Байбобоев Н. Г., Мухамедов Ж. М., Акбаров Ш. Б., 2015г



Устройство работает следующим образом. В условиях повышенной влажности колеса 1 установлены на осях 13 без катков и выполняют роль передних опорных колес машины. При условиях пониженной и нормальной влажности на них наезжают катки 5.

При принятом отношении диаметра катка к диаметру колеса 1:1,3; 1:1,5 колеса не будут опираться на поверхность поля, а катки будут разрушать картофельную грядку. Кроме того, катки выполняют роль копирующего рабочего органа [4].

Испытания показали, что катки-колеса перспективны для применения в картофелеуборочном комбайне. Они хорошо выполняют технологический процесс, хорошо копируют грядки картофеля и могут быть применены в копателях для уборки топинамбура.

Цель и задачи исследований

Цель этой работы – получить математическую модель влияния комкоразрушающего катка на эффективность сепарации почвы на элеваторе с учетом повреждаемости клубней картофеля, которую можно было бы применять для выбора технологических и конструктивных параметров комкоразрушающего рабочего органа и пользоваться ею для прогнозирования эффективности сепарации почвы.

На основе априорной информации влияние комкоразрушающего катка на процесс сепарации изучалось с учетом двух факторов:

X_1 – вертикальной нагрузки на каток Q , кН;

X_2 – поступательной скорости агрегата V , м/с.

Уровни и интервалы варьирования факторов эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Показатели	Кодирование значения факторов	X_1	X_2
		Натуральные значения факторов	
		кН	м/с
Верхний уровень	+1	5,978	0,9
Основной уровень	0	4,998	0,7
Нижний уровень	-1	4,018	0,5
Интервал варьирования	ε	0,980	0,2

Кодирование факторов производилось по формуле [4]:

$$x_i = \frac{X_i - X_{oi}}{\varepsilon}$$

где x_i – кодированное значение фактора;

X_i – натуральное значение фактора;

X_{oi} – натуральное значение фактора на нулевом уровне;

ε – натуральное значение интервала варьирования фактора.

Например, $X_1=5,978$, $X_{oi}=4,998$, $\varepsilon=0,980$, тогда

$$x_i = \frac{X_i - X_{oi}}{\varepsilon} = \frac{5,978 - 4,998}{0,980} = +1$$

и тому подобное (табл.1).

Параметры оптимизации комкоразрушающего катка должны характеризоваться эффективностью сепарации Y и повреждениями клубней. Известно, что для повышения чистоты продукта на первом элеваторе комбайна должно сепарироваться не менее 60% почвы. При этом допускается не более 2% повреждений клубней картофеля.

Выполнение этих двух условий были достигнуты благодаря оптимальному выбору нагрузки на каток X_1 и скорости агрегата X_2 , существенно влияющих на эффективность сепарации Y .

Задача была сформулирована следующим образом:

– построить математические модели эффективности сепарации Y и повреждений Y^1 в виде уравнений регрессии от независимых переменных: нагрузки X_1 и скорости X_2 т.е.

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2 + B_{12} X_1 X_2 \quad (1)$$

$$Y^1 = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2 + B_{12} X_1 X_2 \quad (2)$$

– по математическим моделям (1) и (2) определить оптимальные значения независимых переменных X_1 и X_2 , обеспечивающих максимум Y при $Y^1 \leq 2\%$.

Результаты исследований

После окончательной формулировки математической постановки задачи были проведены все необходимые расчеты на ЭВМ.

Работа выполнялась в четыре этапа:

1. Проведен с пятикратной повторностью факторный эксперимент по матрице центрального композиционного планирования типа $2^n + 2n + 1$, построенной известным методом [5]. Результаты эксперимента и его реализаций представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица планирования Y и Y^1

№ опы-та	Значения факторов		Эффективность сепарации(%)						Повреждение клубней картофеля(%)					
	X_1	X_2	Y_{1u}	Y_{2u}	Y_{3u}	Y_{4u}	Y_{5u}	$\bar{Y}_u$	Y^1_{1u}	Y^1_{2u}	Y^1_{3u}	Y^1_{4u}	Y^1_{5u}	$\bar{Y}^1_u$
1	-1	-1	60,1	56,2	59,1	57,4	59,2	58,4	0,90	0,91	0,94	0,89	0,91	0,91
2	-1	+1	59,2	59,2	58,6	58,4	59,1	58,7	1,6	1,8	1,6	1,8	1,2	1,6
3	+1	-1	73,2	72,4	72,7	72,6	72,1	72,6	1,8	1,7	1,9	1,8	1,8	1,8



5	0	-1,414	67,1	66,0	67,3	66,2	66,4	66,6	1,8	2,1	1,9	1,8	1,9	1,9
6	0	+1,414	69,8	70,3	71,5	71,3	71,1	70,8	1,8	1,6	1,8	1,2	1,6	1,6
7	-1,414	0	49,3	48,1	47,5	47,9	49,2	48,4	1,7	1,6	1,7	1,9	1,9	1,7
8	+1,414	0	81,4	82,6	82,8	81,8	82,4	82,8	1,7	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8
9	0	0	71,1	69,6	68,8	69,4	69,1	69,6	0,90	0,94	0,91	0,89	0,91	0,91

2. После реализации опытов по матрице планирования на ЭВМ рассчитаны коэффициенты регрессии и проверена их значимость.

Расчетные значения коэффициентов регрессии приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Расчетные значения коэффициентов регрессии

Коэффициенты регрессии	Для Y	Для Y'
B_0	69,6	1,02
B_1	10,04	0,29
B_2	1,64	0,29
B_{12}	1,65	-1,47
B_{11}	-2,08	0,23
B_{22}	-0,37	0,25

После исключения незначимых коэффициентов математическая модель (1) и (2), определяющая математические зависимости сепарации Y и повреждений Y' от факторов нагрузки x_1 и x_2 скорости, в закодированной форме имеет вид:

$$Y = 69,6 + 1,64X_2 - 0,37X_2^2 + 10,04X_1 + 1,65X_1X_2 - 2,08X_1^2 \quad (3)$$

$$Y' = 1,02 + 0,29X_1 + 0,29X_2 + 0,23X_1^2 + 0,25X_2^2 - 1,47X_1X_2 \quad (4)$$

Остаточные суммы квадратов равны соответственно: $S_y = 20,88$; $S'y = 0,11$. Средние отклонения моделей (3) и (4) от экспериментальных данных составляют: $R_y = 1,54$, $R'y = 1,10$. Приведенные оценки по критерию Фишера [5] показали, что уравнения регрессии (3) и (4) адекватно описывают процессы.

3. По полученным зависимостям $Y(X_1, X_2)$ и $Y'(X_1, X_2)$ на ЭВМ были построены линии равного уровня эффективности сепарации почвы и повреждения клубней картофеля (рис. 2) в единой системе координат (X_1, X_2).

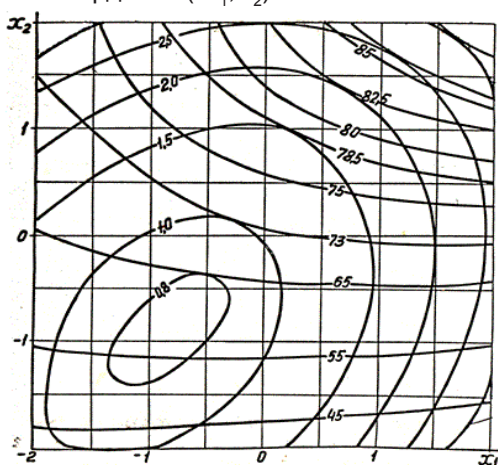


Рис. 2 – линии равного уровня

Выводы

Анализ графиков, представленных на рисунке 2, позволил сделать следующие выводы:

- линии равного уровня зависимости $Y(X_1, X_2)$ носят явно нелинейный характер, при этом поверхность функции отклика имеет область локального экстремума (минимума), вытянутую в направлении нижнего левого угла представленного фрагмента факторного пространства;

- линии уровня зависимости $Y'(X_1, X_2)$ имеют меньшую кривизну, а поверхность отклика имеет вид нелинейного ската, понижение которого направлено в сторону нижней части представленного фрагмента факторного пространства;

- оптимальное решение (сепарации максимальные, повреждения не превышают 2%) находится в верхнем левом квадранте факторного пространства.

4. Задача нелинейного математического программирования была решена на ЭВМ в следующей постановке:

- определить максимум функции $Y(X_1, X_2)$ в факторном пространстве;

$$-2 \leq X_1 \leq +2$$

$$-2 \leq X_2 \leq +2$$

при условии

$$Y'(X, X) \leq 2$$

В результате найдено решение

$$Y(X_1, X_2) = 82,5$$

$$Y'(X_1, X_2) = 2$$

$$X_1 = 1,44$$

$$X_2 = 0,6$$

После раскодирования получили:

$$Q = 5,605 \text{ кН}, \quad Va = 0,82 \text{ м/с}$$

При этом эффективность сепарации почвы составила 82,5%.

Таким образом, применение опорно-копирующего комкоразрушающего устройства в картофелеуборочных машинах позволяет повысить



эффективность сепарации пласта по сравнению с серийным комбайном на 14,3-18%.

Список литературы

1. Бышов, Н. В. Научно-методические основы расчета сепарирующих рабочих органов и повышение эффективности картофелеуборочных машин [Текст] : автореф. дисс. ... д-ра техн. наук / Н. В. Бышов. – Рязань, 2000.

2. Основные тенденции развития высокопроизводительной техники для картофелеводства [Текст] / Н. Н. Колчин, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев и др. // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. - № 4. – С. 46-51.

3. Байбобоев, Н. Г. Разработка эффективных технологий и обоснования параметров машин для уборки картофеля в условиях тяжелых почвы пониженной влажности [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Н. Г. Байбобоев. – М. : Виском, 1994.

4. Сорокин, А. А. Комкоразрушающие катки для комбайна ККУ-2А [Текст] / А. А. Сорокин, Н. Г. Байбобоев // Техника в сельском хозяйстве. - 1984. - № 8. – С. 24-25.

5. Налимов, В. В. Статические методы планирования экстремальных экспериментов [Текст] / В. В. Налимов, Н. А. Чернова. - М. : Наука, 1965. - 340 с.

OPTIMIZATION OF THE PARAMETERS OF STRONG-COPYING POTATO COMBINE

Bayboboyev Nabijon G., doctor of technical science, professor chair of "Mechanization of agriculture", ngbayboboev@gmail.com

Muhamedov Jobirhon M., candidate of technical science, senior lecturer of "Mechanization of agriculture"

Akbarov Sherzod B., assistant of "Mechanization of agriculture"

Namangan engineering-teacher training college, Republic Uzbekistan

In article methods of reception of mathematical model of influence comco destroying a skating rink on efficiency of separation of soil taking into account damageability of tubers of a potato which could be applied to a choice of design data comco destroying a skating rink are considered and to use for forecasting of efficiency of separation, productivity.

Key words: a skating rink, a wheel, vertical loading, speed, elevator, mathematical model experiment, efficiency of separation, productivity, potato combine, potato.

Literatura

1. Byshov N.V. Nauchno-metodicheskiye osnovy rascheta separiruyushchikh rabochikh organov i povysheniye yeffektivnosti kartofeleuborochnykh mashin [tekst] : avtoreferat diss. dokt. tekhn. Nauk /. – Ryazan, 2000.

2. Osnovnyye tendentsii razvitiya vysokoproizvoditelnoy tekhniki dlya kartofelevodstva [tekst] / Kolchin N.N., Byshov N.V., Uspenskiy I.A. I dr// Traktory i selkhoz mashiny.–2012.– №4 – S. 46-51.

3. Bayboboyev N.G. Razrabotka yeffektivnykh tekhnologiy i obosnovaniye parametrov mashin dlya uborki kartofel v usloviyakh tyazhelykh pochv ponizhennoy vlazhnosti [tekst]: avtoreferat diss. dokt. tekhn. Nauk / Bayboboyev N.G – M.: Viskhom, 1994.

4. Sorokin A.A. Komkorazrushayushchiye katki dlya kombayna KКУ-2А [tekst] / Sorokin A.A., Bayboboyev N.G // Tekhnika v selskom khozyaystve. -1984. - №8. – S.24-25

5. Nalimov V.V., Chernov N.A. Statisticheskkiye metody planirovaniya yeksperimentov. M.: Nauka, 1965. – 340 s.



УДК 631.353.3

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПРЕССОВАННОГО СЕНА ВНУТРИ РУЛОНА

БЫШОВ Николай Владимирович, д-р техн. наук, ректор, university@rgatu.ru

БОРЫЧЕВ Сергей Николаевич, д-р техн. наук, профессор, проректор по учебной работе, university@rgatu.ru

ТЕТЕРИН Владимир Сергеевич, аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин, Labio-giant@mail.ru

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технической эксплуатации транспорта, yuival@rambler.ru

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, km340010@rambler.ru

РЕМБАЛОВИЧ Георгий Константинович, д-р техн. наук, заведующий кафедрой технологии металлов и ремонта машин, rgk.rgatu@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,



Неравномерность степени прессования внутри рулона существенно отличается. При хранении готовых рулонов происходит релаксация напряжений (перераспределение), однако общая картина сохраняется. Для определения плотности сена применяли твердомер Ревякина. В прессованное сено погружался стержень со специальным наконечником. При исследованиях твёрдости почвы трением боковых поверхностей стержней и штампа пренебрегают. Однако при измерении твёрдости упругих материалов воздействие боковых сил трения может достигать значительных усилий. Нами рассмотрено взаимодействие стержня твердомера с коническим наконечником с упругим материалом. Установлено усилие погружения стержня с учётом неравномерности твёрдости упругого материала. Особую роль в этом взаимодействии будет играть боковое давление, которое пропорционально плотности прессованного сена. Таким образом, усилие внедрения штампа твердомера будет складываться из сопротивления конического наконечника и сил трения на боковой поверхности стержня. С учётом предложенной модели взаимодействия твердомера с упругим материалом были проведены экспериментальные исследования плотности сена внутри рулонов. Анализ распределения плотности сена внутри рулона показал, что наибольшая плотность сена наблюдается в средней части рулона. Это обусловлено формой валька сена, который попадает в пресс-подборщик. В результате исследований плотности сена внутри рулона установлено, что плотность сена в средней части (по ширине) рулона в 2-3 раза выше, чем по краям рулона. Ширина зоны повышенной плотности составляет 0,7 м, что равно 44% ширины рулона. Для повышения сохранности сена и исключения проникновения воздуха и влаги необходимо создание предпосылок для обеспечения одинаковой плотности по всей ширине рулона.

Ключевые слова: Степень прессования, плотность, сено, сохранность сена.

Введение

Технологический процесс формирования рулона пресс-подборщиком обуславливает неравномерность распределения плотности внутри рулона. Неравномерность степени прессования внутри рулона отличается в разы [2,3,4]. При хранении готовых рулонов происходит релаксация напряжений (перераспределение), однако общая картина сохраняется, края рулона имеют меньшую плотность, чем середина, и хранятся хуже из-за доступа воздуха.

Исследования проводились на рулонах прессованного сена влажностью 18-22%. Сено получено с естественных кормовых угодий (разнотравье). Для исследования зависимости между твёрдостью сена, определяемой с помощью твердомера Ревякина, оборудованного специальными наконечниками, и плотностью, сено сжимали в специальной прессовальной камере. При различных значениях

плотности сена были получены диаграммы, обработка которых позволила получить уравнение регрессии [2]:

$$\rho = 23,3496 + 0,005P, \quad (1)$$

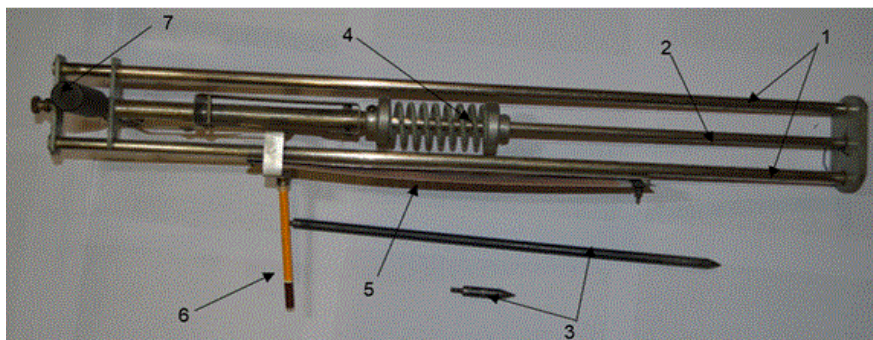
где ρ – плотность сена, кг/м³;

P – твёрдость прессованного сена, Па.

Проверка уравнения регрессии по критерию Фишера $F_p = 1,211 < F_c = 3,2$ показала его адекватность. Работоспособность модели оценивали с помощью коэффициента детерминации, значения которого составили $R^2 = 0,88$.

Методика проведения исследования

Для исследования (твёрдости) плотности сена внутри рулона была проведена серия экспериментов. Несколько рулонов, размером 1,6 м, были поделены на участки, на границах участков с помощью твердомера Ревякина, оборудованного специальными наконечниками, определяли усилие внедрения наконечника (рис. 1)



1 – рамка; 2 – стержень; 3 – наконечник; 4 – пружина; 5 – бумага; 6 – карандаш; 7 – рукоятка

Рис. 1– Общий вид переоборудованного твердомера для исследования твердости в рулоне сена

Замеры проводились на различной глубине с использованием наконечников с заостренным концом, перпендикулярно оси рулона. При давлении на рукоятку 7 пружина 4 сжимается, её деформация через шарнирный механизм фиксируется карандашом 6 на миллиметровой бумаге 5 в виде диаграммы.

При определении твёрдости материалов, например, с помощью твердомера Ревякина, в материал погружается стержень со штампом. По

отношению усилия к площади контакта (смятому объёму) определяется твёрдость различных слоёв. При этом трением боковых поверхностей стержней и штампа пренебрегают. Однако при измерении твёрдости упругих материалов воздействие боковых сил трения может достигать значительных усилий. Рассмотрим схему взаимодействия стержня твердомера с коническим наконечником с упругим материалом (рис. 2)

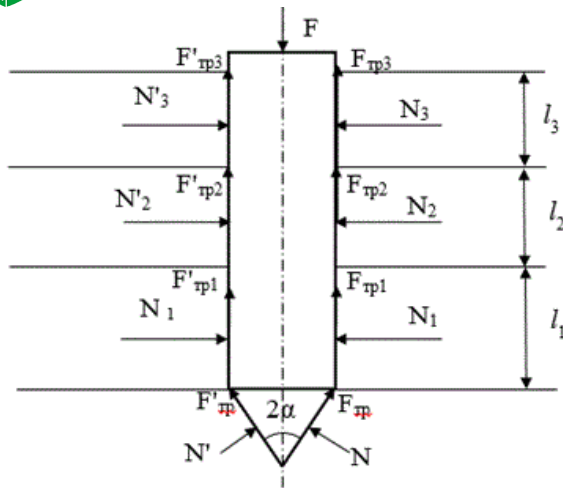


Рис. 2 – Расчётная схема погружения стержня твердомера

Рассмотрим, как будет меняться усилие F погружения стержня с учётом неравномерности твёрдости упругого материала. Особую роль в этом будет играть боковое давление, которое пропорционально твёрдости. Таким образом, вертикальные составляющие, действующие на конический наконечник, будут характеризовать твёрдость в данном сечении

$$P = \frac{F}{S} \quad (2)$$

где P – твёрдость упругого материала, Н/м²;

F – усилие вдавливания (внедрения) твердомера, Н;

S – площадь поперечного сечения (площадь проекции сечения) конического наконечника, м².

Следует отметить, что поперечная жёсткость материала зависит и от материала, и от размеров штампа [1].

Интенсивность бокового давления будет определяться выражением (рис. 3):

$$N_i = C_{zi} \cdot l_x = C_{zi} \cdot \frac{d}{2} \quad (3)$$

где l_x – перемещение материала при вдавливании стержня с коническим наконечником, м,

C_z – коэффициент жёсткости материала, Н/м.

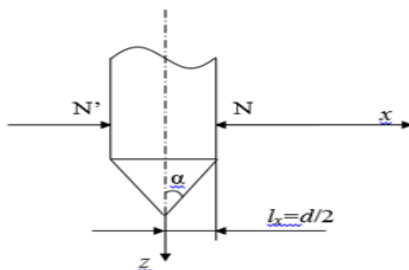


Рис. 3 – Схема к расчёту интенсивности бокового давления

Таким образом, усилие внедрения штампа твердомера будет складываться из сопротивления конического наконечника и сил трения на боковой

поверхности стержня. Сопротивление конического наконечника зависит от его размеров и коэффициента жёсткости материала:

$$N_{ki} = S \cdot C_{zi} \cdot l_y = S \cdot C_{zi} \cdot \frac{d}{2 \cdot \tan \alpha} \quad (4)$$

где S – площадь боковой поверхности конуса,

$$(S = \pi \cdot \frac{d}{2} \cdot l = \pi \cdot \frac{d^2}{4 \cdot \cos \alpha}), \text{ м}^2;$$

2α – угол атаки конуса, рад.

Сила трения на конусной части наконечника

$$F_{мпк} = f \cdot N_{ki} \quad (5)$$

В результате суммарное усилие внедрения штампа твердомера можно записать в виде

$$F = N_{ki} \cdot \sin \alpha + F_{мпк} \cdot \cos \alpha + \sum f \cdot N_i \cdot \pi \cdot d \cdot l_i \quad (6)$$

Подставив значения величин в выражение (4) получим

$$F = \left(C_{zx} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot \cos \alpha} \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) + C_{zi} \sum f \cdot \pi \cdot \frac{d}{2} \cdot \pi \cdot d \cdot l_i \right) \quad (7)$$

Преобразовав, имеем

$$F = \left(C_{zx} \cdot \frac{\pi \cdot d^3}{8 \cdot \cos \alpha \cdot \tan \alpha} \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) + C_{zi} \sum f \cdot \pi^2 \cdot \frac{d^2}{2} \cdot l_i \right) \quad (8)$$

Полученное выражение позволяет определить суммарное усилие внедрения штампа с учётом различной твёрдости слоёв. Для анализа диаграммы твёрдости материала для получения ее следует выбрать интервал глубины l_i так, чтобы диаграмма на данном интервале была равномерной. Для определения суммарных боковых сил трения необходимо вычислить их значение по формуле

$$F = \left(F_{мп_i} = C_{zi} \cdot \pi^2 \cdot \frac{d^2}{2} \cdot l_i \right) \quad (9)$$

на каждом участке и вычесть из общего значения.

Для получения достоверных результатов на каждой границе участков производилось несколько испытаний. Данные испытаний усреднялись по

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{n} \quad (10)$$

где $h_1 + h_2 + \dots + h_n$ – высоты диаграмм, м.

Результаты исследования

Полученные данные обрабатывались согласно приведённой методике и заносились в таблицу значений, на основании которой создавалась



топографическая картина плотности рулона. Затем с помощью программы STATISTICA V10 была построена трехмерная модель плотности сена в рулоне, которая приведена на рисунке 4. Анализ распределения плотности сена внутри рулона показал, что наибольшая плотность сена наблюдается в средней части рулона. Это обусловлено формой валка сена, который попадает в пресс-подборщик. В процессе формирования валка сена граблями его поперечное сечение представляет собой усеченный треугольник с углами, равными углам внутреннего трения сена. В результате уплотнения поднятого валка образованный рулон имеет более высокую плотность в средней части

цилиндрической поверхности (в середине по ширине рулона).

Таким образом, в результате исследований плотности сена внутри рулона установлено, что плотность сена в средней части (по ширине) рулона в 2-3 раза выше, чем по краям рулона. Ширина зоны повышенной плотности составляет 0,7 м, что равно 44% ширины рулона. Для повышения сохранности сена и исключения проникновения воздуха и влаги необходимо создание возможностей для обеспечения одинаковой плотности по всей ширине рулона. Это позволит так же увеличить массу рулона при той же плотности прессования сена.

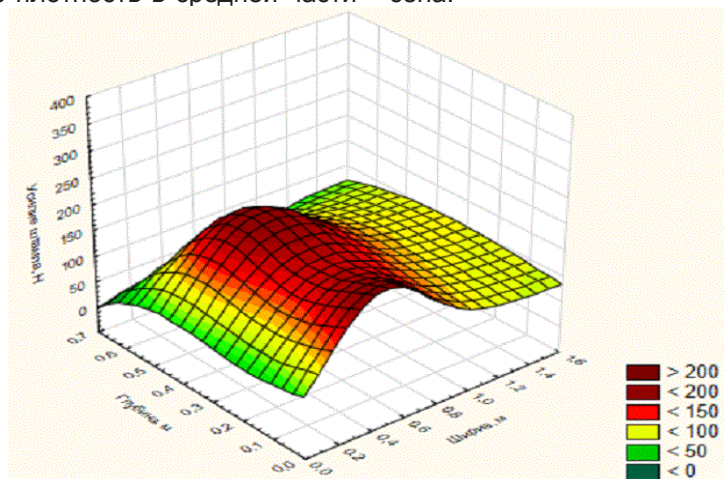


Рис. 4 – Распределение плотности сена внутри рулона

Список литературы

1. Алексеев, С. И. Основания и фундаменты: учебное пособие для студентов вузов [Текст] / С. И. Алексеев. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2007. – 111с.
2. Исследование плотности прессованного сена [Текст] / М. Ю. Костенко, Н. А. Костенко, В. С. Тетерин, О. А. Тетерина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. - № 5. – С.26-27.
3. Особов, В. И. Механическая технология кормов [Текст] / В. И. Особов. - М.: Колос, 2009. – 447 с.; ил.
4. Тетерин, В. С. Технология консервации прессованного сена с применением гуминовых кислот [Текст] / В. С. Тетерин // Инновационные методы решения научных и технологических задач Рязанской области: тез. докл. 2-ой региональной конф. молодых ученых. – Рязань: РГПУ, 2014. – С. 109-112.

INVESTIGATION OF THE PRESSED HAY DENSITY DISTRIBUTION INSIDE THE ROLL

Byshov, Nikolay V., Doctor of Technical Science, Full Professor, rector, university@rgatu.ru

Borychev, Sergey N., Doctor of Technical Science, Full Professor, prorector of academic work, university@rgatu.ru

Teterin, Vladimir S., Aspirant of Metals Technology and Machine Maintenance Faculty, Labio-giant@mail.ru

Uspenskiy, Ivan A., Doctor of Technical Science, Full Professor, Chair of Faculty "Transport Maintenance", ivan.uspensckij@yandex.ru

Kostenko, Mikhail Yu., Doctor of Technical Science, Professor of Metals Technology and Machine Maintenance Faculty, km340010@rambler.ru

Rembalovich Georgiy K., Doctor of Technical Science, Chair of Faculty Metals Technology and Machine Maintenance Faculty, rgk.rgatu@yandex.ru

Ryazan State Agrotechnical University Named after P.A. Kostychev

The inside the roll pressing degree unevenness differs considerably. When storing the ready rolls there exists some relaxation of strain rates (redistribution) but the general picture remains. To estimate hay density they have used Revyakin hardness testing machine. They have put the stem with a special pin into the pressed hay. They neglect the stems and block side surfaces friction while investigating the soil hardness. However, while measuring the elastic materials hardness the friction side force can achieve considerable efforts. We have considered the interaction of the hardness testing machine stem having a conical pin with some elastic material. We have discovered the effort of the stem immersion taking into account the elastic



material hardness unevenness. The side pressure that is proportional to the pressed hay density will play some special role in this interaction. So, the effort of implementing the hardness testing machine block will be summarized from the conical pin resistance and friction strength on the side surface of the stem. Taking into account the proposed model of the hardness testing machine interaction with the hard material we have analyzed the experimental investigations of hay density inside the roll. It is necessary to choose such a depth interval so that to have the even dependence in order to analyze the materials hardness diagrams. The analyses of the hay density spread inside the roll has shown that one can see the highest hay density in the middle part of the roll. This is due to the form of the hay roll getting into the baler. So as a result of the hay density inside the roll investigations we have discovered that the hay density in the middle part (in the middle of the width) of the roll is 2...3 times higher than on the sides of the roll. The width of the high density area has been 0.7 m that is equal to 44 % of the roll width. To increase the hay safety and exclude air and moisture penetration it is necessary to provide the equal density the roll full width.

Key words: pressing degree, density, hay, hay preservation.

Literatura

1. Alekseev S.I. Osnovaniya i fundamenty: uchebnoye posobie dlya studentov vuzov / S.I. Alekseev. – SPb.: Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet putey soobshcheniya. 2007. – 111 s.
2. Kostenko M.Yu. Issledovanie plotnosti pressovannogo sena / M.Yu. Kostenko, N.A. Kostenko, V.S. Teterin, O.A. Teterina // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. – 2015. - №5. – S. 26-27.
3. Osobov V.I. Mekhanicheskaya tekhnologiya kormov, M., Kolos, 2009. – 447 s. il.
4. Teterin V.S. Tekhnologiya konservatsii pressovannogo sena s primeneniem guminovykh kislot / V.S. Teterin // Nauchnoye izdanie «Vtoraya regional'naya konferentsiya molodykh uchenykh «Innovatsionnyye metody resheniya nauchnykh i tekhnologicheskikh zadach Ryazanskoy oblasti»» tezisyy dokladov – Ryazan' RGRTU. - 2014. – S. 109-112.



УДК 631.563.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГУМАТОВ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ РУЛОНОВ ПРЕССОВАННОГО СЕНА

БЫШОВ Николай Владимирович, д-р техн. наук, профессор, ректор, university@rgatu.ru

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, m340010@rambler.ru

ТЕТЕРИН Владимир Сергеевич, аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин, Labio-giant@mail.ru

РЕМБАЛОВИЧ Георгий Константинович, д-р техн. наук, заведующий кафедрой технологии металлов и ремонта машин, rgk.rgatu@yandex.ru

ТЕТЕРИНА Ольга Анатольевна, аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин, oia.teterina@mail.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

При заготовке прессованного сена в рулоны часто применяют технологию с использованием химических консервантов. Химическое консервирование основано на бактерицидном и фунгицидном действии химических препаратов, угнетении и инактивации микрофлоры, что предотвращает самосогревание и плесневение корма. При заготовке прессованного сена химические консерванты могут вноситься как непосредственно в поле в процессе прессования сена, так и при закладке его в хранилища. Наиболее распространен способ внесения консервантов в поле во время прессования сена. Для этого применяются различные отечественные и зарубежные аппликаторы, с помощью которых происходит внесение консервирующих препаратов. Наиболее перспективными веществами для консервации прессованного сена являются гуминовые кислоты. Они подавляют рост бактерий и грибов, таким образом уменьшая уровни микотоксинов в кормах. Были проведены исследования по определению оптимальной нормы расхода гуминового препарата, которая способствовала бы наилучшей сохранности прессованного сена. Норма расхода гуматов устанавливалась на основе точного потребления прессованного сена и необходимого содержания гуминовых кислот в рационе животных, а также обеспечения сохранности сена. Были отобраны образцы сена для последующего анализа на патогенную микрофлору; смывами с образцов сена был произведен посев на питательном агаре для определения мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов. Анализ результатов микробиологического исследования показал резкое снижение общего количе-



ства колоний микроорганизмов в образцах сена, обработанных препаратом «Кормогумат АС» с нормой расхода 3л/100 кг, а также полное отсутствие колоний плесневых грибов.

Ключевые слова: гуматы, сохранность сена, химическое консервирование, прессованное сено

Введение

Основным фактором при содержании крупного рогатого скота в зимний стойловый период является обеспечение животных необходимым количеством питательных веществ, микро и макроэлементов. Основным источником для достижения этой цели служат грубые корма, в частности, сено.

В настоящее время получила широкое распространение технология прессования сена в тюки или рулоны, она позволяет сократить потери сена при транспортировании, способствует лучшей сохранности питательных веществ. Однако при прессовании сена существует сдерживающий фактор – относительно узкий диапазон влажности прессуемой массы (18-22%) [1].

В связи с этим при заготовке прессованного сена в рулоны при повышенной влажности в настоящее время в основном применяют технологию с использованием химических консервантов. Данная технология является перспективным направлением, обеспечивающим сохранность сена, повышение его питательной ценности и усвояемость.

Химическое консервирование основано на бактерицидном и фунгицидном действии химических препаратов, угнетении и инаktivации микрофлоры, что предотвращает самосогревание и плесневение корма.

При внесении химических консервантов во время закладки сена в хранилища применяются специальные инъекторы, выполненные в виде шприца с перфорированным наконечником, или опрыскиватели [2]. При донном способе внесения в качестве консерванта как правило применяется безводный аммиак; при его применении необходимо учитывать тот факт, что он достаточно быстро принимает газообразную форму, поэтому скирды накрывают полиэтиленовой плёнкой, под которой сено консервируется в течение 3-4 дней [3].

Последнее время наибольшую популярность получил способ внесения консервантов в поле во время прессования сена. Для этого применяются различные отечественные и зарубежные аппликаторы, с помощью которых происходит внесение консервирующих препаратов. В качестве консервантов при данном способе внесения используются различные кислоты.

Внесение бензойной кислоты (C_6H_5COOH) производится в следующих пропорциях: при заготовке прессованного сена влажностью 27-28% концентрация составляет 2,5 кг/т с добавлением 6 кг/т NaCl; при влажности сена 33-35% концентрация составляет 4 и 6 кг/т соответственно. Внесение бензойной кислоты позволяет увеличить питательную ценность сена по следующим показателям: сухое вещество в 1,3 раза; сырой белок в 1,59 раза; обменная энергия в 1,38 раза; каротин в 1,83 раза [4].

Для повышения сохранности прессованного сена может также применяться смесь пропионо-

вой (CH_3CH_2COOH) и муравьиной ($HCOOH$) кислот в соотношении 80/20; доза внесения при влажности сена 30% составляет 1,5-2% от массы, при влажности 40% – 3-3,5%; данные концентрации позволяют предотвратить плесневение корма [5].

Применяется также концентрат низкомолекулярных кислот (КНМК), состав которого представляет смесь уксусной (CH_3COOH) – 30-35%, муравьиной ($HCOOH$) – 25-28%, пропионовой (CH_3CH_2COOH) – 5-9%, масляной (C_3H_7COOH) не более 5% кислот и воды 30-35%. Доза внесения при влажности сена 25-40% будет составлять 1,25-3,8% [5].

При заготовке прессованного сена химические консерванты могут вноситься как непосредственно в поле в процессе прессования сена, так и при закладке его на хранение.

В соответствии с действующим перечнем вредных и опасных факторов применяемые консерванты относятся к вредным для здоровья человека веществам. В связи с этим к работе должны допускаться лица, подробно ознакомленные и специально обученные обращению с ними. Должны соблюдаться следующие правила техники безопасности:

- при работе с химическими консервантами работники должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты;
- при попадании химических веществ на кожу необходимо промыть это место водой с мылом;
- при попадании в глаза – обильно промыть водой и отправить пострадавшего к врачу.

Технология химической консервации является перспективным направлением, обеспечивающим сохранность сена, повышение его питательной ценности и усвояемости. Однако, необходимо провести изыскание веществ, которые будут экологически чистыми и способными обеспечить сохранность сена, улучшить его питательную ценность.

На данный момент наиболее перспективными веществами в данном аспекте выглядят гуминовые кислоты. Гуминовые кислоты – это класс соединений, образованный в результате разложения органических веществ, в частности, естественными составляющими питьевой воды, почвы и бурого угля. Они подавляют рост бактерий и грибов, таким образом уменьшая уровни микотоксинов в кормах [6].

Методика проведения исследования

Нами были проведены экспериментальные исследования по применению гуминовых кислот на естественном разнотравье в сельскохозяйственном производственном кооперативе «Красный Маяк», который находится селе Перкино Спаского района Рязанской области и в ООО «Авангард», расположенном в селе Хирино Рязанского района Рязанской области. В качестве основного консервирующего вещества применялся «Кормогумат АС»; данный препарат является кормовой добавкой и применяется в различных рационах



сельскохозяйственных животных.

Исследования были направлены на выявление оптимальной нормы расхода гуминового препарата, которая бы способствовала наилучшей сохранности прессованного сена. Устройство для внесения гуминовых кислот в растительную массу устанавливалось на пресс-подборщик (рис.1). Штанга с форсунками крепилась над подбирающим механизмом при помощи хомутов, после чего соединялась шлангами подающего трубопровода с электромагнитным клапаном.

На основе суточного потребления прессованного сена и необходимого содержания гуминовых кислот в рационе животных, а также для обеспечения сохранности сена, были взяты следующие нормы расхода: 3 литра на 100 кг и 1,5 литра на 100 кг прессованного сена. В результате эксперимента было заложено на хранение 12 рулонов с нормой расхода 3 литра на 100 кг, 12 рулонов с нормой расхода 1,5 литра на 100 кг сена и 6 рулонов контрольной группы.



Рис. 1 – Общий вид пресс-подборщика с устройством для внесения консервирующих препаратов

Наименование пробы	Общее количество микроорганизмов, КОЕ	Количество колоний плесневых грибов, КОЕ
Норма расхода 3л/100 кг, Центр	$4 \cdot 10^3$	0
Норма расхода 3л/100 кг, Край	$2 \cdot 10^4$	0
Норма расхода 1,5л/100 кг, Центр	$6 \cdot 10^4$	2
Норма расхода 1,5л/100 кг, Край	$3 \cdot 10^5$	1
Контрольный образец центр	$5 \cdot 10^5$	50
Контрольный образец край	$3 \cdot 10^6$	30

Результаты исследования

По истечении 30 дней были отобраны образцы сена для последующего анализа на патогенную микрофлору в центр гигиены и эпидемиологии Рязанской области, где смывами с образцов сена был произведен посев на питательном агаре для определения мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов. Результаты исследования были сведены в таблицу 1. Анализируя результаты микробиологического исследования, видим резкое снижение общего количества колоний микроорганизмов в образцах сена, обработанных препаратом «Кормогуат АС» с нормой расхода 3л/100 кг, а также полное отсутствие колоний плесневых грибов. Таким образом, обработка сена препаратом «Кормогуат АС» в процессе прессования позволяет предотвратить развитие патогенной микрофлоры и улучшить сохранность прессованного сена.

Список литературы

1. Тетерин, В. С. Технология консервации прессованного сена с применением гуминовых кислот [Текст] / В. С. Тетерин // Инновационные методы решения научных и технологических задач Рязанской области : тез. докл. 2-ой региональной

конф. молодых ученых. – Рязань : РГРТУ, 2014. – С. 109-112.

2. Пат. 1261615 СССР, А23К3/03. Инъектор для внесения консервантов [Текст] / Кузьменко В.Ф., Поединок В.Е., Микая Б.Л., Логвин А.И. Николаенко Л.И., Кузьмицкий А.В. (СССР). – № 3864861; заявл. 05.05.1985; опубл. 07.10.1986.

3. Химическое консервирование – способ заготовки качественного сена при неблагоприятных условиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://izhagro.ru/Статьи/Химическое-консервирование-способ-заготовки-качественного-сена-при-неблагоприятных-погодных-условиях-часть-1.html>

4. Кормопроизводство [Текст] : учебник для вузов / Н. В. Парахин, И. В. Кобозев, И.В. Горбачёв и др. – М. : КолосС, 2006. – 432 с.

5. Кормопроизводство [Текст] / Н. А. Кузьмин, Н. Н. Новиков, Е. М. Ивкина, В. Н. Кузьмин; под ред. проф. Н. А. Кузьмина. – М. : КолосС, 2004. – 280 с.: ил

6. K.M.S. Islam Humic Acid Substances in Animal Agriculture / K.M.S. Islam, A. Schuhmacher and J.M. Gropp // Pakistan Journal of Nutrition. – 2005. – № 4 (3). – С. 126-134.

INVESTIGATIONS OF HUMATES INFLUENCE ON THE MICROBIOLOGICAL CONTEXT OF PRESSED HAY ROLLS

Byshov, Nikolay V., Doctor of Technical Science, Full Professor, rector, university@rgatu.ru

Kostenko, Mikhail Yu., Doctor of Technical Science, Professor of Metals Technology and Machine Maintenance Faculty, km340010@rambler.ru

Teterin, Vladimir S., Aspirant of Metals Technology and Machine Maintenance Faculty, Labio-giant@mail.ru



Rembalovich Georgiy K., Doctor of Technical Science, Chair of Faculty Metals Technology and Machine Maintenance Faculty, rgk.rgatu@yandex.ru

Teterina, Olga A., Aspirant of Metals Technology and Machine Maintenance Faculty, olia.teterina@mail.ru
Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev,

In the harvesting of hay pressed in rolls often use technology with the use of chemical preservatives. Chemical preservation is based on the bactericidal and fungicidal action of chemicals, inhibition and inactivation of the microflora that help prevent spontaneous heating and mouldy feed. The most common way of making preservatives in the field during baling hay. When baling hay is delivered chemical preservatives can be made directly in the field in the baling of hay and placing them in storage. For this purpose, various domestic and foreign applicators through which the introduction of preservative preparations. The most promising substances for preservation of pressed senabledhumic acid. They inhibit the growth of bacteria and fungi thus reducing the levels of mycotoxins in feed. Studies have been conducted to determine the optimal consumption rate of the humicpreparation which would facilitate better preservation of pressed hay. The rate of application of humates was established on the basis of daily consumption of hay is delivered and required content of humic acids in the diet of animals and preservation of hay. Were selected hay samples for subsequent analysis on pathogenic flora, the washings from samples of hay was produced sowing on nutrient agar to determine mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms. Analysis of the results of microbiological studies showed a sharp decline in the total number of colonies of microorganisms in the samples of hay treated with the drug "Armagnet as" with consumption rate of 3 l/100 kg, and a total absence of colonies of fungi.

Key words: humates, hay safety, chemical conservation, pressed hay.

Literatura

1. Teterin V.S. Tekhnologiya konservacii pressovannogo sena s primeneniem guminovykh kislot / V.S. Teterin // Nauchnoye izdanie «Vtoraya regional'naya konferenciya molodykh uchenykh «innovacionnye metody resheniya nauchnykh i tekhnologicheskikh zadach Ryazanskoy oblasti»» mezisyl dokladov – Ryazan' rgatu. - 2014. – s. 109-112.
2. Pat. №1261615 SSSRA23K3/03. Inektor dly vneseniya konservantov / Kuz'menko V.F., Poedinok V.E., Mikaya B.L., Logvin A.I., Nikolaenko L.I. Kuz'mickiy A.V. (SSSR). - №3864861; Zayavleno: 05.05.1985; Opub. 07.10.1986
3. Himicheskoe konservirovaniye – sposob zagotovki kachestvennogo sena pri neblagopriyatnih usloviyah [Elektronnyj resurs] - <http://izhagro.ru/Статьи/Химическое-консервирование-способ-заготовки-качественного-сена-при-неблагоприятных-погодных-условиях-часть-1.html>
4. Parahin N.V. Kormoproizvodstvo. Uchebnik dly vuzov / N.V. Parahin, I.V. Kobozev, I.V. Gorbachev, N.I. Lazarev, S.S. Mihalev – «KolosS», 2006. – 432 s.
5. Kuz'min N.A. Kormoproizvodstvo / N.A. Kuz'min, N.N. Novikov, E.M. Ivkina, V.N. Kuz'min; Pod red. prof. N.A. Kuz'mina. –M.: KolosS 2004. – 280 s.: il
6. K.M.S. Islam Humic Acid Substances in Animal Agriculture / K.M.S. Islam, A. Schuhmacher and J.M. Gropp // Pakistan Journal of Nutrition. – 2005. - №4(3). – С. 126-134.



УДК 623.437

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

ГУНБА Валерий Сергеевич, канд. техн. наук, доцент, преподаватель кафедры автомобильной техники, Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище, vs_gunba@mail.ru

КУТОВОЙ Сергей Степанович, д-р. техн. наук, профессор, профессор кафедры автотехнического обеспечения Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище

Организация и технология восстановления исправности (работоспособности) двигателей автомобильной техники при выборе стратегии ремонта по наработке, не учитывают законо-мерно-сти изменения их технического состояния и не обеспечивают эффективного поддержания машин в готовности к использованию по назначению. Альтернативой стратегии ремонта по наработке является стратегия ремонта по техническому состоянию, суть которой состоит в том, что для каждого двигателя по результатам предремонтного диагностирования и инстру-ментальной дефектации назначаются рабочие места, специализация которых соответствует набору техноло-гических операций, необходимых для восстановления его исправности. С учётом возможных ошибок при диагностировании принимаемые решения о восстановлении работоспо-собности агрегатов



автомобилей не очевидны. Информация о сочетании неисправностей двигателей, вероятность их появления, результаты технического диагностирования и инструментальной дефектации позволяют принимать обоснованные решения о ремонтных воздействиях. Автором предлагается комбинированная (аналитико-имитационная) модель и методика обоснования структуры и параметров производственных участков, технологических процессов ремонта по техническому состоянию двигателей автомобильной техники, обеспечивающих снижение трудоемкости работ, затрат на ремонт. Технологические процессы централизованного ремонта по техническому состоянию агрегатов автомобильной техники заключаются в обеспечении соответствия назначаемых ремонтных воздействий потребности в них, с небольшим увеличением трудоемкости разборочно-сборочных работ, необходимых для обеспечения доступа к заменяемым деталям. Предложенные технологические процессы ремонта по техническому состоянию двигателей автомобильной техники, методики обоснования структуры и параметров производственных участков используются для разработки ремонтной документации в конструкторско-технологическом центре и совершенствования производственных процессов на авторемонтных предприятиях.

Ключевые слова: ремонт по техническому состоянию, сочетание неисправностей, предремонтное диагностирование, ошибки диагностирования.

Введение

Технологический процесс централизованного ремонта по техническому состоянию (ЦРТС) основан на принципах ремонтного производства с широким использованием типовых технологических процессов. Суть ЦРТС состоит в том, что по результатам предремонтного диагностирования каждому двигателю назначается комплекс разборочно-сборочных работ типового технологического процесса ремонта, обеспечивающего замену изношенной (поврежденной) детали [1]. Диагностирование агрегата может производиться непосредственно на автомобиле или при приемке в ремонт на испытательном стенде.

По аналогии с маршрутной технологией ремонта деталей, агрегаты с определенным сочетанием неисправностей направляются на специализированные рабочие места, предусматривающие их устранение. Неполное соответствие фактических сочетаний неисправностей двигателя, устранение которых предусмотрено на специализированном рабочем месте, вызовет некоторое увеличение объема разборочно-сборочных работ. Увеличение трудоемкости разборочно-сборочных работ будет компенсироваться ремонтными воздействиями по устранению только тех неисправностей, которые будут выявлены, а в случае выявления потребности в капитальном ремонте (КР) будет выполняться весь комплекс работ, предусмотренных техническими условиями.

Учитывая, что технологические процессы ЦРТС двигателей носят вероятностный характер, исследование их, с целью обоснования рациональной организации и технологии ремонта, возможно с помощью математических моделей.

Теоретические основы моделирования организации и технологии ремонта по техническому состоянию двигателей автомобильной техники в условиях единичного и среднесерийного производства изложены в работах [2, 3, 4].

Достоверность результатов диагностирования определяется методической D_1 и инструментальной D_2 достоверностями. Методическая достоверность определяет полноту исходной информации о состоянии объекта диагностирования, обусловливаемую выбором контролируемых показателей и методов их оценки.

Если процесс предремонтного диагностирования рассматривается как процесс обнаружения неработоспособных состояний у заведомо неработоспособного объекта, то приращение количества информации об объекте, получаемое при выполнении совокупности π проверок, характеризующих величину F_1 , можно оценивать суммой условных вероятностей $p(s_i)$ неработоспособных состояний, обнаруживаемых совокупностью π проверок, с учетом V – вероятности правильной оценки состояния объекта диагностирования; [2]. Тогда величина F_1 , обеспечиваемая проверкой π_i для множества неработоспособных состояний

$$S = \{s_i\}, i = \{1, N\},$$
$$F_1(\pi_i) = \sum_{i=1}^N x_i(\pi_i) p(s_i), \quad (1)$$

где $F_1(\pi_i)$ – достоверность алгоритма диагностирования;

$x_i(\pi_i)$ – булева переменная $x_i(\pi_i) \in \{0, 1\}$,

$$x_i(\pi_i) = \begin{cases} 1, & \text{если } s_i \in s^{(1)}(\pi_i); \\ 0, & \text{если } s_i \in s^{(0)}(\pi_i), \end{cases}$$

где $s^{(1)}(\pi_i)$, $s^{(0)}(\pi_i)$ – подмножество неработоспособных состояний объекта, обнаруживаемых или не обнаруживаемых проверкой π_i .

Приращение F_1 , обеспечиваемое проверкой π_j при условии, что она используется после набора проверок π_{j-1} , определяется по формуле

$$\Delta F_1(\pi_j / \pi_{j-1}) = \sum_{i=1}^N x_i(\pi_j / \pi_{j-1}) p(s_i), \quad (2)$$

где $x_i(\pi_j / \pi_{j-1})$ – булева переменная $x_i(\pi_j / \pi_{j-1}) \in \{0, 1\}$,

$$x_i(\pi_j / \pi_{j-1}) = \begin{cases} 1, & \text{если } s_i \in s^{(1)}(\pi_j) \setminus s^{(1)}(\pi_{j-1}); \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

где $s^{(1)}(\pi_j) \setminus s^{(1)}(\pi_{j-1})$ – подмножество обнаруженных проверкой π_j неработоспособных состояний без ранее обнаруженных набором проверок π_{j-1} .

Величина F_1 , обеспечиваемая используемым набором проверок π , определяется по формуле



$$F_1(\pi_\rho) = \sum_{i=1}^N x_i(\pi_\rho) p(s_i) = \sum_{i=1}^L x_i \Delta F_1(\pi_j / \pi_{j-1}), \quad i \in \overline{1, L}, \quad (3)$$

где $x_i(\pi_\rho)$ – булева переменная

$$x_i(\pi_\rho) = \bigvee_{j=1}^L x_j(\pi_j),$$

$$x_j - \text{булева переменная } x_j = \begin{cases} 1, & \text{если } \pi_j \in \pi_\rho; \\ 0, & \text{если } \pi_j \notin \pi_\rho. \end{cases}$$

Если используемый набор проверок π_ρ является неизбыточно полным (минимальным) или полным (избыточным) набором проверок, то $F_1(\pi_\rho) < 1$. В противном случае $F_1(\pi_\rho) = 1$.

Инструментальная достоверность D_2 представляет собой величину вероятности верного заключения о состоянии объекта при предположении, что технические средства диагностирования абсолютно надежны.

Для объекта, в котором контролируется n показателей,

$$D_2 = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - d_{2i}), \quad (4)$$

где d_{2i} – вероятность верного заключения по i -му показателю.

Наличие или отсутствие диагностического признака при определенном диагнозе D_i не является достоверным событием («0» или «1»), а наблюдается с некоторой условной вероятностью $P_{Di}(Y_j)$.

Полученная информация о сочетаниях дефектов неработоспособного объекта позволит принимать решения о наборе технологических операций, выполняемых в процессе ремонта, обеспечивающих снижение трудовых и материальных затрат.

Статистический анализ данных о реально выполняемых ремонтных работах позволяет выявить наиболее характерные и редкие работы по вероятности их выполнения.

Для описания процессов, происходящих в системе ремонта автомобильной техники в условиях единичного и среднесерийного производства, используется комбинированное (аналитико-имитационное) моделирование.

Поведение компонентов сложных систем и их взаимодействие в имитационной модели описываются набором алгоритмов, реализуемых на некотором языке программирования.

Исследуя различные реальные ситуации на аналитико-имитационной модели, можно получить возможность решения задач оценки тех или иных процессов управления, сравнения вариантов структурных схем, определения степени влияния изменения параметров на поведение системы и показатели эффективности.

В замкнутых системах массового обслуживания, к которым относится авторемонтное производство [3], потенциальное число требований яв-

ляется величиной постоянной.

Интенсивность поступления требований λ является характеристикой конкретного объекта.

Исследуем систему, в которой возможно изменение состояния объекта: $E_k \rightarrow E_{k+1}$; $E_k \rightarrow E_{k-1}$; $k \geq 1$. Если в момент времени t система находится в состоянии E_k , то вероятность перехода $E_k \rightarrow E_{k+1}$ в интервале времени dt равна $\lambda_k dt$.

Вероятность перехода $E_n \rightarrow E_{n-1}$ в интервале времени dt с учетом интенсивности обслуживания μ_n равна $\mu_n dt$. Вероятность перехода $E_n \rightarrow E_{n+k(-k)}$ $k \geq 2$ в интервале длительности dt – бесконечно малая величина.

Параметры λ_k и μ_k зависят только от k , а интенсивность обслуживания μ_n характеризуется числом требований к системе – n . Граф переходов в замкнутой системе массового обслуживания приведен на рисунке 1

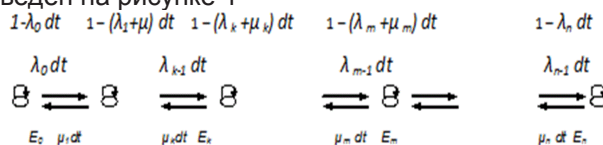


Рис. 1 – Граф переходов замкнутой системы

Число состояний графов определяется числом элементов в источнике, которое описывается уравнением размножения и гибели [3]:

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda_0 P_0(t) + \mu_1 P_1(t); \quad (5)$$

$$\frac{d}{dt} P_k(t) = -(\lambda_k + \mu_k) P_k(t) + \lambda_{k-1} P_{k-1}(t) + \mu_{k+1}(t) P_{k+1}(t); \quad k \geq 1. \quad (6)$$

где P_0, P_1, P_k – вероятность требований на обслуживание в моменты времени 0, 1, k ;

Имея информацию о вероятности потребности в обслуживании агрегата $\lambda_k dt$, можно определить время обслуживания $t, t+dt$ с вероятностью $\mu_k dt$.

Исследование технологических процессов ремонта по техническому состоянию двигателей

Накопленный опыт ремонта двигателей ЗИЛ-5081.10, анализ и обработка данных о выполняемых работах, дополнительные работы, выполняемые по признакам функциональной взаимосвязи и близости ресурса заменяемых деталей, позволили объединить их в типовые сочетания, которые являются исходными данными для моделирования.

В основу построения аналитической части комбинированной модели технологических процессов ЦРТС двигателей автомобильной техники положено формализованное описание затрат на выполнение набора технологических операций по устранению неисправностей, входящих в типовые сочетания, диагностирование, дефектацию и дополнительные затраты в случае ошибочного назначения ремонтных воздействий.

Назначение двигателям с различным сочета-



нием неисправностей единого технологического процесса приведет к производственным потерям, обусловленным выполнением излишнего объема ремонтных работ.

Назначение двигателям по результатам предремонтного и приремонтного диагностирования индивидуальных технологических процессов повлечет за собой производственные потери от увеличения ошибок диагностирования.

Переход от индивидуального количества технологических процессов, равного исходному количеству типовых сочетаний работ (K) к меньшему их числу, влечет за собой уменьшение производственных потерь, потерь от ошибок диагностирования и затрат на выполнение контрольно-диагностических операций.

Решение задачи обоснования технологических процессов ремонта на специализированных рабочих местах характеризуется значением целевой функции [5]

$$C = C_{\Pi} + C_K + C_D + C_{ИД}, \quad (7)$$

где C – затраты на ремонт по техническому состоянию, руб.;

C_{Π} – производственные потери от выполнения излишнего объема работ, руб.;

C_K – производственные потери от ошибок диагностирования, руб.;

C_D , $C_{ИД}$ – затраты на диагностирование и инструментальную дефектацию, руб.

Оценка потерь от ошибок в назначении технологических процессов на специализированных рабочих местах определяется по формуле

$$C_K = N \sum_{j=1}^{K-1} \sum_{s=j+1}^K (c_{js} \cdot p_{js} \cdot P_{kj} + c_{sj} \cdot p_{sj} \cdot P_{ks}) \quad (8)$$

где N – годовая производственная программа предприятия, ед.;

C_{js} , C_{sj} – общие потери от ошибочного назначения рабочего места j -й специализации вместо s -й и наоборот, руб.;

P_{js} , P_{sj} – вероятности ошибочного назначения рабочего места j -й специализации вместо s -й и наоборот;

P_{kj} , P_{ks} – вероятность проявления j -го и s -го сочетания неисправностей.

Для определения вероятностей ошибок диагностирования P_{js} , P_{sj} введены целочисленные переменные:

$$X_{il} = \begin{cases} 1, & \text{если при предремонтном диагностировании } i\text{-я неисправность двигателя оценивалась } l\text{-м параметром;} \\ 0 & \text{– в противном случае;} \end{cases}$$

$$X_{ih} = \begin{cases} 1, & \text{если в процессе приремонтного диагностирования } i\text{-я неисправность оценивалась } h\text{-м параметром;} \\ 0 & \text{– в противном случае;} \end{cases}$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-я неисправность устраняется на рабочем месте } j\text{-й специализации;} \\ 0 & \text{– в противном случае;} \end{cases}$$

$$X_{is} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-я неисправность устраняется на рабочем месте } s\text{-й специализации;} \\ 0 & \text{– в противном случае;} \end{cases}$$

$$X_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-я неисправность требует выполнения капитального ремонта;} \\ 0 & \text{– в противном случае.} \end{cases}$$

Модель предусматривает назначение технологического процесса капитального ремонта в случае выявления дефектов у базовой детали.

В зависимости от сочетаний неисправностей K_j и K_s , K_k , устраняемых на рабочих местах j -й и s -й специализаций или капитальным ремонтом, возможны следующие комбинации:

1) на рабочем месте j -й специализации можно выполнить все работы по устранению j -го и s -го сочетания неисправностей;

2) на рабочем месте j -й специализации можно выполнить все работы по устранению j -го сочетания неисправностей и части s -го сочетания;

3) на рабочем месте j -й специализации нельзя устранить ни одной из неисправностей s -го сочетания;

4) на рабочих местах k -й специализации выполняется КР двигателя.

Обозначим через K_0 общую часть сочетаний ремонтных работ по устранению j -го и s -го сочетаний неисправностей. В первой ситуации $K_0 = K_s$, во второй – $K_0 = K_j \cap K_s$, в третьей – $K_0 = \emptyset$.

В четвертой ситуации выполняются работы, входящие во все сочетания, а базовая деталь восстанавливается (т.е. выполняется КР).

Для второй ситуации R_j -й технологический процесс будет ошибочно назначен вместо R_s -го, если одновременно произойдут независимые события:

- будет ошибочно обнаружена хотя бы одна неисправность в области $K_j \setminus K_0$, где область $K_j \setminus K_0$ – это подмножество сочетаний неисправностей, устраняемых при назначении R_j -го технологического процесса, за исключением сочетаний неисправностей, входящих в подмножество K_0 ;

- будут ошибочно пропущены все неисправности в области $K_s \setminus K_0$.

Вероятность первого P_{1js} , и второго события – P_{2js} будут равны

$$P_{1js} = \sum_{i=1}^m X_{ij} (X_{ij} - X_{is}) \cdot [X_{ih} \cdot A_{ih} + X_{il} \cdot (1 - X_{ih}) \cdot A_{il}], \quad (9)$$

$$P_{2js} = 1 - \prod_{i=1}^m X_{is} \cdot (X_{is} - X_{ij}) \cdot \{1 - \{X_{ih} \cdot B_{ih} + X_{il} \cdot (1 - X_{ih}) \cdot B_{il}\}\}, \quad (10)$$

где A_{il} , B_{il} , A_{ih} , B_{ih} – вероятности ошибок 1-го и 2-го рода при определении i -й неисправности по l -му и h -му диагностическому параметру при предремонтном и приремонтном диагностировании.

Вероятности ошибочного назначения R_j -го технологического процесса вместо R_s -го и R_s -го вместо R_j -го равны

$$P_{js} = P_{1js} \cdot P_{2js}; \quad P_{sj} = P_{1sj} \cdot P_{2sj}. \quad (11)$$

Пусть исходное число технологических процессов равно числу сочетаний неисправностей ($R=K$), т.е. каждому сочетанию неисправностей соответствует свой технологический процесс ЦРТС, а при выявлении дефектов блока цилиндров назначается технологический процесс КР.

Тогда при переходе от K сочетаний неисправно-



стей к R технологическим процессам ЦПТС потери СП, обусловленные неполным соответствием специализации рабочих мест фактическим сочетаниям неисправностей двигателей, поступающих на эти места ремонта или затраты в случае их КР, составят

$$C_{\Pi} = N \sum_{j=1}^{K-1} \sum_{s=j+1}^K \sum_{i=1}^m \sum_{j+s}^{K+K_k} C_i [P_{kj}(X_{is} - X_{ij} \cdot X_{is}) + P_{ks}(X_{ij} - X_{ij} \cdot X_{is})] \cdot (1 - X_{ik}) + C_i P_{kk}(X_{ik} - X_{js}) \cdot (X_{ik} - X_{ij}) \quad (12)$$

где C_i – затраты на устранение i-й неисправности, руб.;

P_{kk} – вероятность появления дефекта у базовой детали.

Для определения затрат на диагностические операции и выполнение инструментальной дефектации введем целочисленные переменные

$$X_{id} = \begin{cases} 1, & \text{если при инструментальной дефектации} \\ & i\text{-я неисправность} \\ & \text{оценивается d-м структурным параметром;} \\ 0 & \text{– в противном случае.} \end{cases}$$

Затраты на выполнение диагностических операций C_d составят

$$C_d = \sum_{m=1}^m (\sum_{l=1}^L X_{il} C_l + \sum_{h=1}^H X_{ih} C_h), \quad (13)$$

где C_l и C_h – затраты на измерение l-го и h-го диагностических параметров, руб.

Затраты на выполнение инструментальной дефектации $C_{ид}$ составят

$$C_{ид} = \sum_{d=1}^D X_{id} C_{ид}, \quad (14)$$

где – затраты на измерение d-го структурного параметра, руб.

Методика решения задачи основана на последовательном сокращении числа технологических процессов от их количества, равного исходному количеству типовых сочетаний ремонтных работ, до оптимального.

Для реализации рациональной технологии ремонта в условиях среднесерийного производства, обоснования структуры и параметров производственного участка авторемонтного предприятия, определения алгоритма его функционирования во времени, имитации элементарных явлений, происходящих в системе с сохранением логической структуры и последовательности протекания, оценки характеристик технологических процессов ремонта по техническому состоянию двигателей, во второй части комбинированной модели используется язык имитационного моделирования GPSS.

Суть моделирования технологических процессов на языке GPSS заключается в том, что динамическим объектам – «транзактам», присвоены различные параметры. Транзакты, продвигаясь интер-претатором через блоки, имитируют различные события, а затем уничтожаются. В модели

заданы параметры, которые имитируют: создание заявки на обслуживание, ожидание в очереди, накопление очереди, выбор канала обслуживания, занятие канала обслуживания, выполнение работ определенной трудоемкости, перемещение между каналами обслуживания, производственная программа и продолжительность рабочего дня.

Результаты и выводы

Результаты расчетов с использованием аналитической части комбинированной модели, для двигателей ЗИЛ-5081.10, представленные на рисунке 2, привели к объединению исходных 22 типовых сочетаний работ в шесть технологических процессов ремонта:

- кривошипно-шатунного механизма (КШМ);
- газораспределительного механизма (ГРМ);
- кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов;
- цилиндропоршневой группы (ЦПГ);
- цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма;
- цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма.

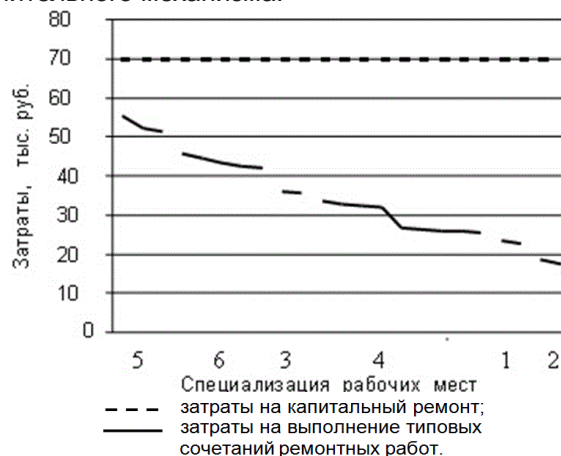


Рис. 2 – Затраты на ремонт в зависимости от типовых сочетаний работ и на капитальный ремонт

В результате имитационного моделирования технологического процесса ремонта по техническому состоянию двигателей ЗИЛ-5081.10, программой сформирована статистика, представленная в таблице 1, которая показывает, что для лучшего варианта структуры производственных участков значение коэффициента загрузки рабочих мест находится в пределах от 0,49 до 0,85, а длина очереди на обслуживание достигает 7 двигателей.

При анализе результатов моделирования необходимо особое внимание уделять поиску узких мест, создаваемых каналами обслуживания, у которых коэффициент загрузки приближается к единице и может произойти накопление очереди.

Узким местом, даже при выборе лучшего варианта структуры производственного участка, является возможное накопление очереди на рабочих местах № 2 и № 5. Избежать накопления очереди можно за счет перераспределения части работ с рабочих мест № 2 и № 5 на рабочее место № 4, которое имеет низкий коэффициент загрузки 0,49.



Таблица – 1 Результаты имитационного моделирования технологического процесса ремонта по техническому состоянию двигателей ЗИЛ-5081.10.

Технологические процессы ремонта на рабочих местах	Количество рабочих мест, ед.	Коэффициент загрузки	Средняя длина очереди, ед.	Трудоемкость выполняемых работ, чел.-ч	Количество выполненных ремонтов, ед.
Диагностирование	3	0,72	1	1,73	1000
КШМ и ЦПГ	2	0,84	7	7,38	183
ЦПГ	2	0,73	5	4,88	239
КШМ и ГРМ	2	0,49	2	6,26	126
ЦПГ и ГРМ	4	0,85	5	6,04	449
Обкатка	3	0,83	4	2,03	988

Обоснованные технологические процессы и их реализация на специализированных рабочих местах позволяют снизить трудоемкость работ в 1,5, а затраты на ремонт – в 2 раза.

Результаты имитационного моделирования позволяют не только «расширять» узкие места, но и прогнозировать структурные преобразования на участке ремонта в случае изменения производственной программы или объектов ремонта.

Список литературы

1. Карагодин, В. И. Централизованный ремонт автомобильных двигателей по техническому состоянию [Текст] / В. И. Карагодин. – М. : МАДИ, 2011. – 94 с.

2. Мосгалецкий, А. В. Техническая диагностика

(непрерывные объекты) [Текст] / А. В. Мосгалецкий, Д. В. Гаскаров. – М. : Высшая школа, 1975. – 207 с.

3. Гунба, В. С. Имитационное моделирование в решении задач для системы ремонта военной техники [Текст]: сб. науч. тр. / В. С. Гунба, С. С. Кутовой; РВВДКУ. – Рязань, 2014. – Вып. 1.

4. David, H. A. The method of paired comparisons // Charles Griffin & Company Limited. [Текст] / H. A. David, – London, 1978. – 144 p.

5. Гунба, В. С. Моделирование технологических процессов ремонта по техническому состоянию двигателей автомобилей [Текст] / В. С. Гунба, Тул. гос. ун-т. // Известия – Тула, 2015. – Известия. Вып. 5.

METHOD JUSTIFICATION ORGANIZATION AND TECHNOLOGY OF REPAIR BY THE TECHNICAL CONDITION OF AUTOMOTIVE ENGINES

Gunba Valery S., Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, lecturer of the department of the Ryazan Higher Airborne Command School (Military Institute), vs_gunba@mail.ru

Kutovoi Sergei S., Ph. D., professor of the department of the Ryazan Higher Airborne Command School (Military Institute)

The technology of restoring the serviceability of motor vehicle engines with selecting the life-length repair strategy neither takes into account the regularity of changes in their technical condition nor ensures an effective maintenance of vehicles in a state of readiness for proper use. The alternative of the life-length repair strategy is that of the technical condition repair the core of which is that in accordance with pre-repair diagnosis results for each engine work stations are specified the specialization of which conforms with a set of technological operations required to restore its serviceability. Considering the possible errors during the diagnosis the decisions to restore the normal operations of the units are not evident. The information on combination of engine malfunctions, their probability and the results of technical diagnosis facilitate optimum decisions on overhaul activities. Proposed by the author are the model and techniques of substantiating the technological processes of repair according to the technical condition of motor vehicle engines ensuring the reduction of labour intensity and repair expenses. Processes centralized repair on-condition units of automotive technology are, in ensuring that designated repair actions of their needs with little increase in complexity razborочно-assembly work required for access to replaceable parts. Proposed by the author are the model and techniques of substantiating the technological processes of repair according to the technical condition of motor vehicle engines ensuring the reduction of labour intensity and repair expenses. The proposed work processes of repair by the technical condition of automotive equipment are used for the development of repair documentation in the engineering and technology centre and improvement of production processes at auto repair bases.

Key words: repair in accordance with the technical condition, combination of derangements, pre-repair diagnosis, diagnosis errors.

Literatura

1 Karagodin, V. I. Centralizovanniy remont avtomobilnih dvigateley po tehničeskemu sostoyaniyu [Tekst] / V. I Karagodin. – М. : МАДИ, 2011. – 94 с.

2 Mozgolevskiy, A. V. Texnicheskaiy diagnostika (neprevivnie obekti) [Tekst] / A. V. Mozgolevskiy, D. V. Gaskarov – М.: Vishaya hkola, 1975. – 207 s.



3 Gunba, V. S. *Imitacionnoe modelirovanie v reshenii zadach dlya sistemi remonta voennoy tekhniki* [Tekst]: sb. nauch. tr. / V.S. Gunba, S.S. Kutovoy; RVVDKU. – Ryazan, 2014. – Vip. 1.

4 David, H. A. *The method of paired comparisons* // Charles Griffin & Company Limited. [Tekst] / H. A. David, – London, 1978. – 144 p.

5 Gunba, V. S. *Modelirovanie tehnologicheskikh processov remonta po tehnikeskomu sostoyaniyu dvigateley avtomobiley* [Tekst] / V.S. Gunba, Tul. gos. Un-t. // Izvestiya – Tula, 2015. – Izvestiya vip. 5.



УДК 626:824

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ-БЫСТРОТОКАХ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

ИСАБЕКОВ Тилек Асанакунович, канд. техн. наук, докторант кафедры гидротехнического строительства и водных ресурсов, Кыргызско-Российский Славянский университет, tilek66@gmail.com

Аджыгулова Гульмира Сагыналиевна, канд. техн. наук, докторант кафедры гидротехнического строительства и водных ресурсов, Кыргызско-Российский Славянский университет, gulmira_999@mail.ru

Атаманова Ольга Викторовна, д-р техн. наук, профессор, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., O_V_Atamanova@mail.ru

Целью работы являлось обобщение опыта производственного внедрения вододелителей на каналах-быстроотоках в Кыргызской Республике. Каналы-быстроотоки получили распространение в горно-предгорной зоне Кыргызской Республики, где развито орошаемое земледелие. Наиболее массовыми сооружениями на распределительных каналах-быстроотоках являются вододелители. Из всех существующих в настоящее время водораспределительных сооружений самыми оправданными признаны вододелители траншейного типа. В работе освещен опыт производственного внедрения двухстороннего вододелителя на Обводном Чуйском канале-2 в Чуйском районе и Аламединском подпитывающем канале в Аламудунском районе Чуйской области Кыргызстана. Приводится расчет вододелителя по методике, полученной на основе теоретических и экспериментальных исследований. Обосновывается целесообразность применения предложенных вододелителей для каналов с бурным течением на оросительных системах в горно-предгорной зоне.

Ключевые слова: канал-быстрооток; водораспределительное сооружение; вододелитель; горно-предгорная зона; бурный поток.

Введение

Развитие водохозяйственного строительства на современном этапе в Кыргызской Республике связано с освоением территорий в горно-предгорной зоне. Оросительные системы в этой зоне включают распределительные каналы-быстроотоки различных порядков, достигающие порой по длине нескольких десятков километров. Водораспределение на таких каналах имеет ряд особенностей, связанных с наличием бурного течения в них. Вододелители на каналах-быстроотоках должны обеспечивать минимальное вмешательство в высокоскоростной транзитный поток для того, чтобы минимизировать соударение элементов сооружения с высокинетичным потоком, приводящее к фонтанированию воды на сооружении и его разрушению. При этом вододелители должны подавать требуемые расходы воды в отводы по запросу потребителей. Наиболее предпочтительными являются сооружения не сложные по конструкции и в эксплуатации.

В настоящее время наиболее совершенными конструкциями вододелителей для каналов-быстроотоков являются вододелители траншейного

типа с односторонней и двухсторонней водоподачей в отводящие каналы [1, 2]. Рассмотрим особенности производственного внедрения траншейных вододелителей на быстротечных каналах Чуйской области Кыргызстана.

Опыт внедрения двухстороннего водораспределительного сооружения на Обводном Чуйском канале-2

Усовершенствованное водораспределительное сооружение [2] расположено на Обводном Чуйском канале-2 (ОЧК-2) на ПК399+50 в Чуйском районе Чуйской области в 95 км северо-восточнее г. Бишкек и в 5 км от районного центра г. Токмок.

Обводной Чуйский канал – 2 (ОЧК-2) является каналом-быстроотком с бурным течением и берет свое начало из Обводного Чуйского канала –1 в Кеминском районе (Кыргызская Республика) (см. рисунок 1). Направление воды в канале на месте объекта внедрения северо-восточное. ОЧК-2 выполнен в монолитном железобетоне, имеет прямоугольное сечение, средний уклон дна канала $t=0.02$, максимальный расход воды $Q=75,0 \text{ м}^3/\text{с}$, скорости течения достигают $v=6,0 \text{ м/с}$.

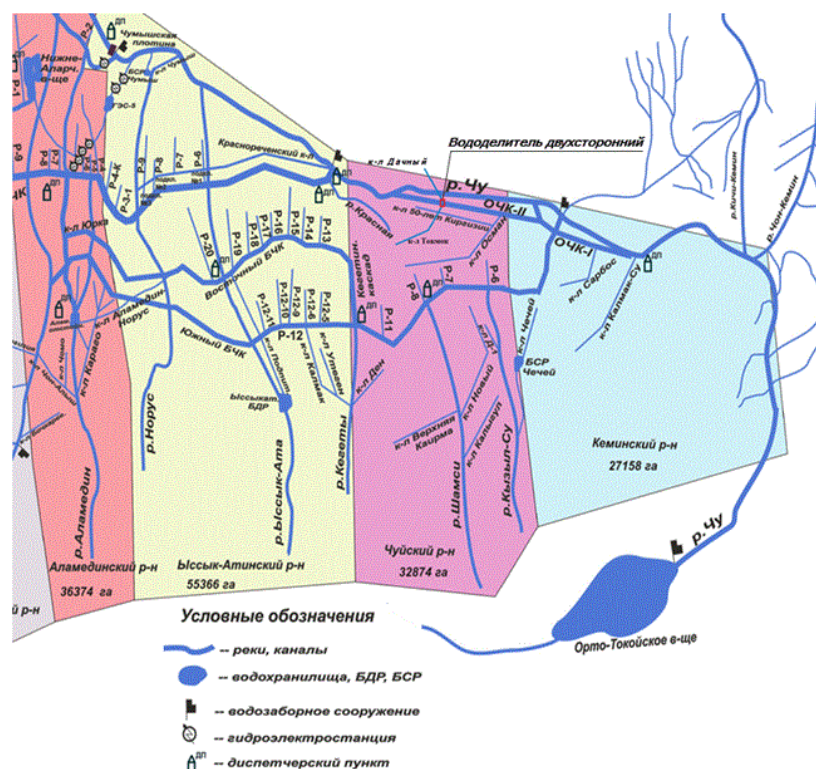


Рис. 1 – Схема восточной части водохозяйственного комплекса Чуйской долины и местоположения реконструируемого вододеливателя двухстороннего на ОЧК-2

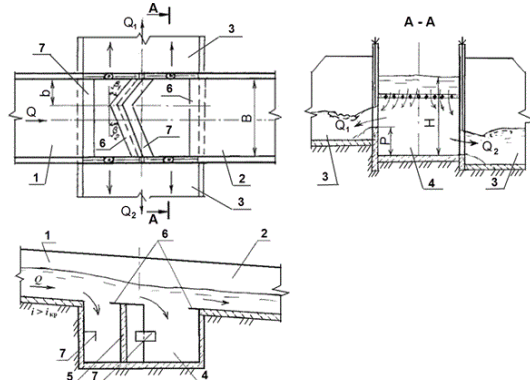
До начала реконструкции на объекте строительства располагался двухсторонний траншейный водо-выпуск, который не был оборудован защитным устройством от наносов, поэтому наполовину забился камнями. Двухсторонний траншейный вододеливатель соединен с отводящими каналами при помощи труб диаметром 1,0 м, проложенными под дорогами, проходящими вдоль ОЧК-2 с двух сторон от канала. Левый отвод вододеливателя подает воду в канал «Токмок», обеспечивающий орошение земель Кыргызской Республики, правый отвод обеспечивает подачу воды в канал «Дачный», уходящий на территорию Республики Казахстан. Размеры существующего (до реконструкции) донного колодца 5,6х4,5 (м).

Проведенная в составе проектно-изыскательских работ геодезическая съемка позволила получить планово-высотное обоснование и построить профиль трассы ОЧК-2 в районе объекта реконструкции, уточнить уклон канала, наполнения в

канале, построить профили трасс отводящих каналов «Токмок» и «Дачный», а также запроектировать двухстороннее водораспределительное сооружение на объекте внедрения.

Расчет реконструируемого двухстороннего водораспределительного сооружения на ОЧК-2 выполнялся в соответствии с методикой его расчета, разработанной авторами статьи [3, 4].

Исходные данные для расчета вододеливателя: максимальный расход в старшем канале $Q = 75,0 \text{ м}^3/\text{с}$, уклон дна ОЧК-2 в створе сооружения $t = 0,018$ коэффициент шероховатости одежды канала $n = 0,022$, ширина ОЧК-2 по дну $b = 6 \text{ м}$, расход каждого из отводящих каналов $Q_{\text{отв}1} = 0,7 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{\text{отв}2} = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}$ и коэффициенты водоотбора $\alpha_{B1} = Q_{\text{отв}1}/Q = 0,012$, $\alpha_{B2} = Q_{\text{отв}2}/Q = 0,01$. Гидравлический расчет двухстороннего вододеливателя для каналов с бурным течением (ВДКБТ) проводился в соответствии с расчетной схемой, изображенной на рисунке 2.



1 – подводная часть канала; 2 – транзитный канал; 3 – отводящие каналы; 4 – донный колодец; 5 – разделительная перегородка; 6 – горизонтальные отсекающие козырьки; 7 – Г-образные козырьки

Рис. 2 – Схема ВДКБТ (решетка на плане не изображена)



Расчет основных размеров донной траншеи ВДКБТ:

1) Длина плиты на входе в колодец, равной длине колодца, может быть определена по формуле:

$$l_{nl} = \frac{Q_{ome}}{\mu \cdot b \sqrt{2gH}} = \frac{0,7 + 0,6}{0,45 \cdot 1 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,85}} = 0,5 \text{ м}, \quad (1)$$

где μ – коэффициент расхода отверстия:

$$\mu = 1,0327 \cdot Fr_{cp}^{-0,64} = 1,0327 \cdot 3,6^{-0,64} = 0,45; \quad (2)$$

— b – достаточная ширина колодца, $b=1\text{м}$; H – действующий средний напор, вычисляется по формуле:

$$\bar{H} = \frac{H_H + H_K}{2} = \frac{2,0 + 1,7}{2} = 1,85 \text{ м}, \quad (3)$$

где H_H – напор в начале плиты; H_K – напор в конце плиты.

Таким образом, получается, что для пропуска в колодец требуемого отводимого расхода $Q_{отв}=1,3 \text{ м}^3/\text{с}$ достаточны размеры плиты $1,0 \times 0,5 \text{ (м)}$. Однако уклоны отводящих каналов так малы, что для пропуска отводимых расходов $Q_{отв1}=0,7 \text{ м}^3/\text{с}$ и $Q_{отв2}=0,6 \text{ м}^3/\text{с}$ расчетом были выбраны трубчатые водовыпуски диаметром $1,0 \text{ м}$ каждый. Кроме этого, расчетом длины отлета струи, попадающей в отводящий колодец, было установлено, что длина плиты должна составлять не менее, чем.

2) Глубина донного колодца в начальной части определена из условия пропуска расхода отвола по формуле:

$$h_k = \frac{Q_{ome}}{l_{nl} \cdot v_k} + \Delta h = \frac{1,3}{3,5 \cdot 1,17} + 0,4 = 0,72 \text{ м}, \quad (4)$$

где v_k – скорость течения воды в колодце, устанавливается по формуле Шези для уклона дна траншеи $i_{mp} = i_{kp} = 0,0046$, $v_k = 1,17 \text{ м/с}$; Δh – запас, равный $0,2 \dots 0,4 \text{ м}$, необходимый для исключения подтопленного истечения через большое горизонтальное отверстие.

Таким образом, достаточно назначить глубину донного колодца равной $H_k = 0,72 \text{ м}$. Однако исходя из того, что существующие трубчатые водовыпуски имеют диаметр $1,0 \text{ м}$, а также каждая труба заглублена на $0,3 \text{ м}$ под дно канала, конструктивно принимаем глубину донного колодца равной $h_k = 1,3 \text{ м}$.

3) Высота порога в колодце:

$$P = 0,3 \cdot h_k = 0,3 \cdot 1,3 = 0,4 \text{ м}. \quad (5)$$

4) Длина горизонтальных отсекающих козырьков над разделительными перегородками по результатам экспериментальных исследований [5] определяется по формуле: $a_k = 0,2b_l = 0,2 \cdot 1,5 = 0,3 \text{ м}$ (b_l – ширина одной камеры отводящей траншеи).

5) Длина Г-образного козырька l_k определяется из условия сопряжения струи:

$$l_k = b_l - \frac{Q_{ome}}{a \cdot v} = 1,7 - \frac{1,3}{0,2 \cdot 6,25} = 0,6 \text{ м}, \quad (6)$$

где a – открытие затвора; v – полная максимальная скорость потока вблизи отверстия; b_l – ширина одной камеры отводящей траншеи.

6) Высота вертикальной части Г-образного козырька согласно результатов исследований [6]:

$$h_{z.k} = (0,5 \div 1,0) \cdot l_k = 0,5 \cdot 0,6 = 0,3 \text{ м}. \quad (7)$$

Расстояние от дна отводящего канала до основания Г-образного козырька:

$$h^1 = \frac{a_{max}}{2} + h_{z.k} = \frac{0,2}{2} + 0,3 = 0,4 \text{ м}, \quad (8)$$

где a_{max} – максимальное открытие затвора отводящего отверстия.

7) Вершина угла излома разделительной перегородки расположена на расстоянии v_1 от ближайшей боковой стенки колодца:

$$v_1 = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2} \cdot B = \frac{0,6}{0,6 + 0,7} \cdot 4,0 = 1,85 \text{ м}, \quad (9)$$

где Q_1 и Q_2 – соответствующие максимальные расходы отбора воды в отводящие каналы; B – общая ширина водodelителя, $B = b$.

8) Углы излома разделительной перегородки β_1 и β_2 функционально зависят от расстояний v_1 и v_2 от оси излома разделительной перегородки до боковых стенок водodelителя и от коэффициентов водоотбора в отводящие каналы $\alpha_1 = Q_1/Q$ $\alpha_2 = Q_2/Q$, где Q – максимальный расход воды в подводящем канале. Углы излома разделительной перегородки для двухстороннего водodelителя рассчитанные в соответствии с литературой [3], составили: $\beta_1 = 2^\circ 36'$ и $\beta_2 = 1^\circ 12'$.

9) Глубина донного колодца в его конечной (по течению) части определяется геометрически исходя из уклона дна транзитного канала-быстротока.

Проектно-конструкторские разработки водораспределительного сооружения типа ВДКБТ проводились на основе технического задания, опираясь на расчеты водodelителя. Рабочий проект, состоящий из генплана, сборочных чертежей, арматурно-опалубочного чертежа, детализировки затворов, позволили начать реконструкцию водораспределительного сооружения на ОЧК-2 в 2015 г. Монтажно-строительные работы при реконструкции водodelителя проводятся в настоящее время силами Токмоковского РУВХ и Чуйского овлводхоза. Расчетный экономический эффект от внедрения двухстороннего водораспределительного сооружения на ОЧК-2 в Чуйском районе Кыргызской Республики составил 13634,8 сом/год.

Опыт внедрения водodelителя на Аламединском подпитывающем канале и реконструкция оросительной сети АВП «Ле-Вост» Аламудунского района Чуйской области

Массив АВП «Ле-Вост» расположен в центральной части Чуйской долины. Массив, площадью 718 га, расположен на слаборасчлененной поверхности конуса выноса реки Аламедин. По административному делению относится к Аламудунскому району, Чуйской области Кыргызской Республики.

Аламединский подпитывающий канал (АПК) является каналом-быстротоком с бурным течением.

АПК – канал первого порядка и берет свое начало на Аламединском водораспределительном узле из р. Аламедин, находящемся в районе с. Кок-жар (см. рисунок 3). АПК предназначен для подачи воды для охлаждения турбин ТЭЦ г. Бишкек.



АПК также обеспечивает подачу воды на орошение нескольких массивов Аламудунского района Чуйской области.

До начала реализации проекта (2009 г.) вдоль АПК велось интенсивное жилищное строительство: устраивались пешеходные и мостовые проезды без опорных плит. На отдельных участках стволы и корни деревьев деформировали лотковую сеть. Шлюзы регуляторы были разукomплектованы, бетон покрыт трещинами и деформирован.

Помимо реконструкции оросительной сети необходимо было очистить колодцы водовыпусков от наносов и заделать стыки между лотками, там, где это необходимо заменить их на новые, по-

скольку из-за трещин в бетонной облицовке, увеличились потери воды на фильтрацию.

Проект реконструкции межхозяйственной и внутрихозяйственной оросительной сети АВП «Ле-Вост» был направлен на восстановление ее пропускной способности, увеличения орошаемых площадей за счет сокращения потерь из оросительной сети. Ирригационная система АВП «Ле-Вост» находящаяся в центральной части Чуйской долины, представлена двумя обособленными участками: верхним (южным) и нижним (северным). Проектом предусматривалась реконструкция южного массива, который располагается восточнее с. Кок-Джар, в зоне командования межхозяйственного канала Тата.

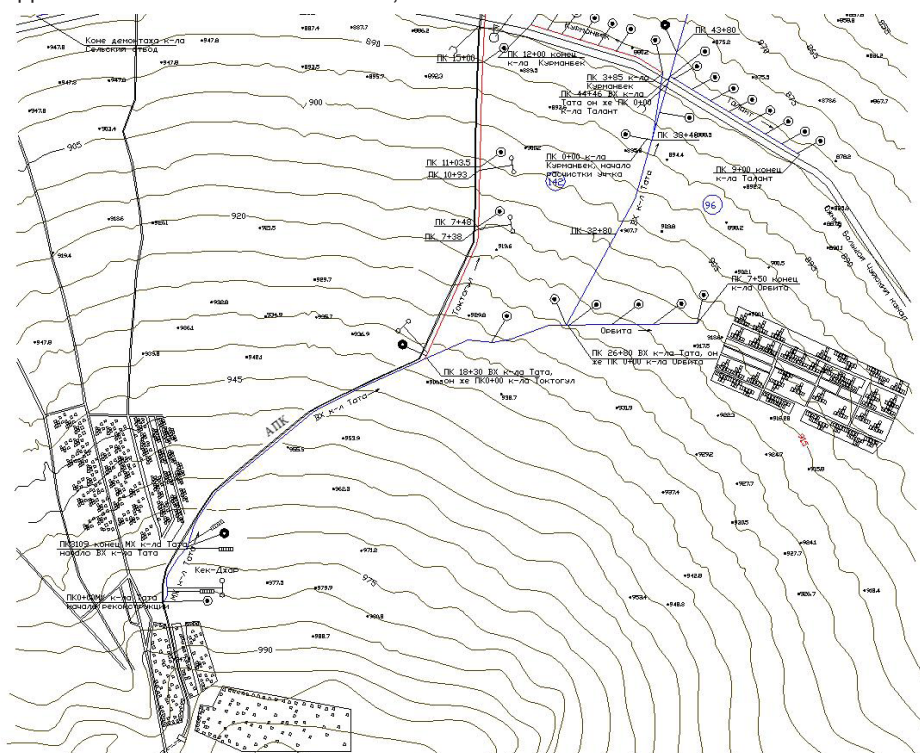


Рис. 3 – Схема расположения АВП «Ле-Вост» и Аламединского подпитывающего канала

Межхозяйственный канал Тата забирает воду из АПК. Под каналом Тата подготовлено к освоению 718 га земель с оросительной сетью второго и третьего порядка. Общая протяженность внутрихозяйственной части системы, находящейся на балансе АВП «Ле-Вост» составляет 27,05 км. Под межхозяйственным каналом Тата имеется 2 канала второго порядка, облицованных параболическими лотками, кроме того, имеются каналы третьего порядка: в облицовке – 17,86 км, в земляном русле – 9,19 км. Количество сооружений на оросительной сети – 160 штук. Сооружения межхозяйственной и особенно внутрихозяйственной частей системы до начала реконструкции находились в неудовлетворительном состоянии. Наиболее интенсивный износ произошел за последние годы, поскольку мероприятия по эксплуатации и техническому обслуживанию, из-за недостатка финансирования в это время, не производились.

Выбор конструкции водораспределительного сооружения обосновывался проверкой устойчи-

вости потока в намечаемом створе сооружения по методике Т.Г. Войнича-Сяножецкого [8]. Расчетom установлено, что в створе канала, выбранном для устройства водораспределительного сооружения, не происходит образования катящихся волн даже при прохождении по каналу расхода максимально возможного волнообразования. На основании этого заключения к реализации была принята конструкция одностороннего вододелителя для бурных потоков [1]. Конструкция одностороннего вододелителя для каналов с бурным течением подобна двухстороннему с той лишь разницей, что центральная перегородка не имеет излома и наклонена в плане в сторону отвода [9].

Максимальный расход АПК в створе водораспределительного сооружения – $Q_{\phi} = 25,0 \text{ м}^3/\text{с}$; уклон дна АПК на объекте строительства – $i = 0,0094$; ширина канала по дну – $b = 2,0 \text{ м}$; заложение откоса – $m = 2,0$; сечение канала трапециевидальное; расход отводящего канала Тата – $Q_{\text{отв}} = 1,25 \text{ м}^3/\text{с}$.

Гидравлический расчет вододелителя для ка-



налов с бурным течением (ВКБТ) [1], расположенного на АПК на ПК20+05 с подачей воды в межхозяйственный канал Тата, приведен в соответствии с методикой расчета, разработанной по результатам теоретических и экспериментальных исследований авторов статьи. Таким образом, запроектированный вододелитель типа ВКБТ был установлен в 2012 г. на АПК и в настоящее время обеспечивает подачу воды в межхозяйственный канал Тата (см. рисунок 4).

Натурными исследованиями установлено, что ВКБТ позволяет экономить оросительную воду в системе на 6-7% без ущемления интересов водопотребителей



(а)



(б)

Рис. 4 – Вододелитель для каналов с бурным течением на ПК20+05 АПК: а – с водой в канале; б – без воды в канале (фото 2014 г.)

Дополнительный чистый доход, получаемый ежегодно от внедрения комплексных мероприятий, направленных на орошение земель АВП «Ле-Вост» Аламудунского района, составил 2,7 млн. сом.

Заключение

Результаты производственного внедрения усовершенствованных водораспределительных сооружений на быстротечных каналах в горно-предгорной зоне Кыргызской Республики подтверждают целесообразность использования этих сооружений на каналах-быстротоках.

Производственное внедрение является одной из завершающих стадий создания усовершенствованных конструкций вододелителей для каналов-быстротоков, доказавшей, что разработанные и исследованные конструкции вододелителей позволяют повысить эксплуатационные показатели гидромелиоративных систем, а также получить реальный экономический эффект от их внедрения на быстротечных каналах горнопредгорной зоны.

Список литературы

1. Пат. 748 Кыргызская Республика, МКИ Е 02 В13/00. Вододелитель для каналов с бурным течением [Текст] / Н.П. Лавров, Т. А. Исабеков. - № 20030157.1 ; заявл. 03.12.03 ; опубл. 02.01.05. - Бюл. № 1. - 6 с.: ил.
2. Пат. 1514 Кыргызская Республика, МКИ Е 02 В13/00. Вододелитель двусторонний для каналов с бурным течением [Текст] / Н. П. Лавров, О. В. Атаманова, Т. А. Исабеков. - № 20110115.1; заявл. 22.11.11; опубл. 31.12.12. - Бюл. № 12. - 4 с.: ил.
3. Исабеков, Т.А. Совершенствование управления водораспределением на объектах межгосударственного пользования [Текст] / Т. А. Исабеков. - Бишкек : Кут-Бер, 2013. - 296 с.
4. Усовершенствованная конструкция двустороннего вододелителя для каналов-быстротоков горно-предгорной зоны [Текст] / Н.П. Лавров, О.В. Атаманова, Г.С. Аджыгулова, Т.А. Исабеков // Современные научно-практические достижения : сб. материалов междунар. научно-практ. конф. - Кемерово: Куз.ГТУ, 2015. - С. 14-17.
5. Гидравлические исследования кинематической структуры потока в зоне влияния вододелителя для каналов со сверхбурным течением [Текст] / Г. С. Аджыгулова, К. К. Бейшекеев, Н. П. Лавров, О. В. Атаманова // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. - 2012. - Т. 12. - № 6. - С. 9-12.
6. Исабеков, Т. А. Обоснование параметров и местоположения Г-образных козырьков вододелителя для каналов с бурным течением [Текст] / Т. А. Исабеков, О. В. Атаманова // Повышение эксплуатационной эффективности транспортных, строительного-дорожных машин и коммуникаций в горных условиях Кыргызстана : материалы междунар. науч.-практ. конф. КГУСТА. - Бишкек : Илим, 2004. - С. 66-71.
7. Экспериментальные исследования усовершенствованной конструкции вододелителя для каналов со сверхбурным течением [Текст] / Н. П. Лавров, О. В. Атаманова, Г. С. Аджыгулова, К. К. Бейшекеев // Вестник Кыргызско-Российского сла-



ванского университета. - 2008. - Т. 8. - № 9. - С. 91-95.

8. Рекомендации по гидравлическому расчету водопропускных трактов безнапорных водосбросов на аэрацию и волнообразование [Текст]. – Л. : ВНИИГ. – 52 с.

9. Hydraulic structures for small hydropower engineering of mountain and submountain area [Text] / N.P. Lavrov, O.V. Atamanova, G.P. Frolova, U.S. Yakimansky and others / Edited by N.P. Lavrov. – Bishkek: KRSU, 2009. - 492 p.

EXPERIENCE INTRODUCTION OF STRUCTURES FOR DISTRIBUTION WATER IN IRRIGATION CANALS-CHUTES IN THE KYRGYZ REPUBLIC

Isabekov Tilek A., candidate of technical sciences, doctoral student of department "Hydraulic Engineering and Water Resources", the Kyrgyz-Russian Slavic University, tilek66@gmail.com

Adzhygulova Gulmira S., candidate of technical sciences, doctoral student of department "Hydraulic Engineering and Water Resources", the Kyrgyz-Russian Slavic University, gulmira_999@mail.ru

Atamanova Olga V., Professor, doctor of technical sciences, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, O_V_Atamanova@mail.ru

The aim is to generalize the experience of the implementation of the divisors of water in the channels-chutes in the Kyrgyz Republic. The channels-chutes are in the mountain foothill area of the Kyrgyz Republic, where the development of irrigated agriculture. Dividers water are the most numerous structures on the channels-chutes. Dividers water trench type proved to be the most workable of all currently existing dividers water. Experience of implementing bilateral divider of water on the Chu Bypass channel-2 in the Chu region and on the Alamedin channel Alamudun district in Chui oblast of Kyrgyzstan is described.

Calculation of the divisor of water by method, that is obtained on the basis of theoretical and experimental studies, is given. The usefulness of the proposed divisors of water for channels with the rapid flow in irrigation systems in the mountain-foothill zone proved.

Key words: channel-chute; water distribution structure; divisor of water; mountain-foothill zone; torrent.

Literatura

1. Pat. 748 Kyrgyzskaya Respublika, MKI E 02 B13/00. Vododelitel' dlya kanalov s burnym techeniem [Tekst] / N.P. Lavrov, T.A. Isabekov. - № 20030157.1; zayavl. 03.12.03; opubl. 02.01.05, Byul. № 1. – 6 s.: il.

2. Pat. 1514 Kyrgyzskaya Respublika, MKI E 02 B13/00. Vododelitel' dvustoronnij dlya kanalov s burnym techeniem [Tekst] / N.P. Lavrov, O.V. Atamanova, T.A. Isabekov. - № 20110115.1; zayavl. 22.11.11; opubl. 31.12.12, Byul. № 12. – 4 s.: il.

3. Isabekov, T.A. Sovershenstvovanie upravleniya vodoraspredeleniem na ob'ekтах mezhgosudarstvennogo pol'zovaniya [Tekst] / T.A. Isabekov. – Bishkek: Kut-Ber, 2013. – 296 s.

4. Lavrov, N.P. Usovershenstvovannaya konstrukciya dvuhstoronnego vododelitelya dlya kanalov-bystratokov gorno-predgornoj zony [Tekst] / N.P. Lavrov, O.V. Atamanova, G.S. Adzhygulova, T.A. Isabekov // Sovremennye nauchno-prakticheskie dostizheniya: Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Zapadno-Sibirskij nauchnyj centr; Kuzbasskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni T.F. Gorbacheva. - Kemerovo: Kuz.GTU, 2015. – S. 14-17.

5. Adzhygulova, G.S. Gidravlicheskie issledovaniya kinematicheskoy struktury potoka v zone vliyaniya vodo-delitelya dlya kanalov so sverhburnym techeniem [Tekst] / G.S. Adzhygulova, K.K. Bejshekeev, N.P. Lavrov, O.V. Atamanova // Vestnik Kyrgyzsko-Rossiyskogo slavyanskogo universiteta, 2012. T. 12. - № 6. - S. 9-12.

6. Isabekov, T.A. Obosnovanie parametrov i mestopolozheniya G-obraznykh kozyr'kov vododelitelya dlya kanalov s burnym techeniem [Tekst] / T.A. Isabekov, O.V. Atamanova // Povyshenie ehkspluatatsionnoy ehffektivnosti transportnykh, stroitel'no-dorozhnykh mashin i kommunikacij v gornyh uslo-viyah Kyrgyzstana: Ma-terialy mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. KGUSTA. – Bishkek: Ilim, 2004. – S. 66-71.

7. Lavrov, N.P. EHksperimental'nye issledovaniya usovershenstvovannoy konstrukcii vododelitelya dlya kanalov so sverhburnym techeniem [Tekst] / N.P. Lavrov, O.V. Atamanova, G.S. Adzhygulova, K.K. Bejshekeev // Vestnik Kyrgyzsko-Rossiyskogo slavyanskogo universiteta, 2008. T. 8. - № 9. - S. 91-95.

8. Rekomendacii po gidravlicheskomu raschetu vodopropusknnykh traktov beznapornykh vodosbrosov na aeraciyu i volnoobrazovanie [Tekst]. – L.: VNIIG. – 52 s.

9. Hydraulic structures for small hydropower engineering of mountain and submountain area [Text] / N.P. Lavrov, O.V. Atamanova, G.P. Frolova, U.S. Yakimansky and others / Edited by N.P. Lavrov. – Bishkek: KRSU, 2009. - 492 p.





УДК 631.352.99

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА ВНУТРИ КОЖУХА БОТВОУДАЛЯЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА С ОБОСНОВАНИЕМ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА НОЖЕЙ

ФРОЛОВ Дмитрий Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры пищевых производств, surr@bk.ru

КУРОЧКИН Анатолий Алексеевич, д-р техн. наук, профессор кафедры пищевых производств, anatolij_kuro@mail.ru

ШАБУРОВА Галина Васильевна, канд. техн. наук, доцент кафедры пищевых производств, shaburovs@mail.ru

Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза

КАШИРИН Дмитрий Евгеньевич, д-р техн. наук, зав. кафедрой «Электроснабжение», Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, kadm76@mail.ru

Целью работы являлась разработка математической и компьютерной модели процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа с обоснованием оптимального угла наклона ножей. Анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа производили с использованием современной расчетной компьютерной программы *SolidWorksFlowSimulation*, которая предназначена для проведения газо- и гидродинамического анализа в среде *SolidWorks*. В работе представлен анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа. С учетом допустимых упрощений разработаны математическая и компьютерная модели процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа. В результате проведенного анализа процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа было установлено влияние угла установки ножей на скоростные характеристики воздушного потока. Построенные математическая и компьютерная модели работы ботвоудаляющего рабочего органа позволили установить (при различных углах установки ножей): распределение и траектории потоков скоростей в продольной плоскости внутри ботвоудаляющего рабочего органа; визуализацию векторов скоростей с распределением относительных давлений в горизонтальной плоскости; визуализацию линий тока скоростей воздуха в вертикальной плоскости. Получены оптимальные конструктивные (ширина ножа – 120 мм; длина ножа – 250 мм; угол установки ножей – 45 градусов; расстояние от поверхности поля до кожуха – 100 мм; диаметр кожуха – 280 мм; ширина ботвоотводящего окна – 90 мм) и режимные (угловая скорость вращения ножей 178 рад/с) параметры ботвоудаляющего рабочего органа, позволяющие повысить качество уборки листостебельной массы за счет интенсификации воздушного потока внутри кожуха.

Ключевые слова: ботвоудаляющий орган, листостебельная масса, ботва лука, воздушный поток.

Введение

Качество работы теребильных машин существенным образом зависит от готовности поля к проведению уборки. Как показали исследования, на начало уборки засоренность полей в большинстве случаев достигает 60...70 %, а высота сорных растений при этом доходит до 50 см. Объясняется это тем, что продолжительность периода между последней обработкой посевов гербицидами и началом уборки может достигать две-три недели, что приведет к весьма заметному росту сорных растений [1].

При уборке машинами теребильного типа, если поле предварительно не было подготовлено, происходит забивание вращающихся элементов теребильного аппарата, что приводит к снижению производительности машины, поломке, и увеличению количества остановок для очистки [2, 3]. В связи с этим возникает необходимость удаления сорной растительности перед уборкой.

Для решения проблемы удаления сорной растительности перед уборкой была разработана конструкция и изготовлен макетный образец бот-

воудаляющего устройства для удаления листостебельной массы перед уборкой лука [4].

Чтобы получить оптимальные конструктивные параметры ботвоудаляющего рабочего органа и оптимизировать воздушный поток внутри кожуха для повышения качества уборки ботвы лука необходимо построить математическую и компьютерную модели процесса.

Целью работы являлась разработка математической и компьютерной модели процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа с обоснованием оптимального угла наклона ножей.

Объект и методика исследований

Анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа производили с использованием современной расчетной компьютерной программы *SolidWorksFlowSimulation*, которая предназначена для проведения газо- и гидродинамического анализа в среде *SolidWorks*.

Пакет программы предлагает широкий спектр возможностей конечно-элементного анализа, на-



чина от простого линейного стационарного анализа и заканчивая комплексным нелинейным анализом переходных процессов. Наличие в программе FlowSimulation конечных элементов для моделирования аэродинамики дает возможность применения численных методов для определения параметров потока, давления воздуха в изучаемой области.

Для моделирования турбулентного движения используются уравнения неразрывности, позволяющие вычислить общее давление, скорость потока и функции потока для движущейся среды изучаемого объекта.

Программа реализует отдельный последовательный алгоритм, который позволяет для каждой степени свободы (давления, скорости и т. д.) получить раздельное решение системы матриц, полученных при конечноэлементной дискретизации основного уравнения. В исследуемом объекте задача течения воздуха нелинейная и основные уравнения связаны между собой, поэтому последовательное решение уравнений с обновлением зависящих от давления параметров составляет глобальную итерацию. При этом количество глобальных итераций для достижения сходящегося решения может значительно варьироваться в зависимости от решаемой задачи.

Для моделирования вращения рабочего органа использовали вращающуюся область (Rotatingregion). Обычно ее используют для вычисления потока через вращающиеся компоненты модели (вентиляторы, рабочие колёса, миксеры и т.д.), окружённые неподвижными телами и компонентами, когда нельзя применить глобальную вращающуюся систему координат. Например, локальная вращающаяся область может быть использована при исследовании потока текучей среды в модели с несколькими компонентами, вращающимися вокруг разных осей и/или с разной скоростью, или если искомая область имеет несимметричную (по отношению к вращающемуся компоненту) внешнюю границу раздела твёрдой / текучей среды.

Система уравнений для решения задачи по анализу и оптимизации воздушного потока внутри кожуха ботвоудалителя рабочего органа методом конечных объемов в декартовой системе координат представлена в виде системы уравнений (1).

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial j}{\partial x} + \frac{\partial j}{\partial y} = 0 \\ \frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \frac{\partial(ju)}{\partial x} + \frac{\partial(ju)}{\partial y} + \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial \Pi_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \Pi_{xy}}{\partial y} \\ \frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \frac{\partial(jv)}{\partial x} + \frac{\partial(jv)}{\partial y} + \frac{\partial p}{\partial y} = \frac{\partial \Pi_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \Pi_{yy}}{\partial y} \\ \frac{\partial E}{\partial t} + \frac{\partial(j_x H)}{\partial x} + \frac{\partial(j_y H)}{\partial y} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = \\ = \frac{\partial}{\partial x} (\Pi_{xx} u + \Pi_{xy} v) + \frac{\partial}{\partial y} (\Pi_{xy} u + \Pi_{yy} v) \end{cases} \quad (1)$$

где u, v – проекции скорости потока на оси координат; ρ – плотность газа; j – плотность потока;

– давление; x, y , – система координат; E – полная энергия единицы объема; H – полная удельная энтальпия; Π – компоненты тензора вязких напряжений.

В приведенной системе первое выражение является уравнением непрерывности (неразрывности). Второе и третье уравнения описывают движение сплошной среды. Последнее уравнение в аналитической форме выражает закон сохранения энергии.

$$E = \rho \frac{u^2 + v^2}{2} + \frac{p}{\gamma - 1}, H = \frac{E + p}{\rho}, p = \rho RT, j_x = \rho(u - W_x), j_y = \rho(v - W_y),$$

$$W_x = \frac{\tau}{\rho} \left[\frac{\partial(\rho u^2)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho uv)}{\partial y} + \frac{\partial p}{\partial x} \right]$$

где

$$W_y = \frac{\tau}{\rho} \left[\frac{\partial(\rho v^2)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho uv)}{\partial x} + \frac{\partial p}{\partial y} \right]$$

Система уравнений (1) дополняется законом сохранения момента импульса (2):

$$\frac{\partial}{\partial t} [\bar{x} \times \rho \bar{U}] + \text{div} [\bar{j} \otimes [\bar{x} \times \bar{U}]] =$$

$$= [\bar{x} \times \rho \bar{F}] + \frac{\partial}{\partial x} [\bar{x} \times P_{ij} \bar{e}] \quad (2)$$

где $\bar{x}$ – координатная составляющая, P_{ij} – портер тензор P , $\bar{e}$ – базис.

Разработанная компьютерная модель процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудалителя рабочего органа (рис. 1) учитывает такие параметры воздушного потока как его скорость (м/с); давление (Па), а также завихренность (1/с).

Начальные параметры приняты следующими: статическое давление – 101325 Па; температура – 20 °С; типы течения – ламинарное и турбулентное.

При моделировании учитывались только факторы воздушного потока, без учета срезаемой листостебельной массы.

Исходные данные модели для расчета: ширина ножа – 120 мм; длина ножа – 250 мм; угол установки ножей – 30, 45, 60 градусов; расстояние от поверхности поля до кожуха – 100 мм; диаметр кожуха – 280 мм; угловая скорость вращения – 78 рад/с (1700 об/мин); ширина ботвоотводящего окна – 90 мм [5].

Результаты и их обсуждение

В результате проведенного конечно-элементного анализа в FlowSimulation были получены результаты распределения потоков скоростей в пространстве (рис. 2) внутри ботвоудалителя рабочего органа при различных углах установки ножей 30, 45 и 60 градусов. Расчетная сетка: все ячейки – 20542, ячейки в текучей среде – 10487.

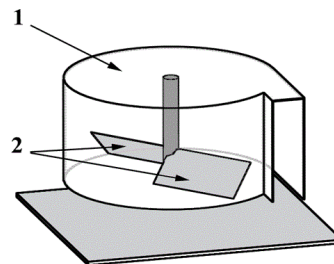


Рис. 1 – 3D-модель ботвоудалителя рабочего органа: 1 – кожух; 2 – ножи

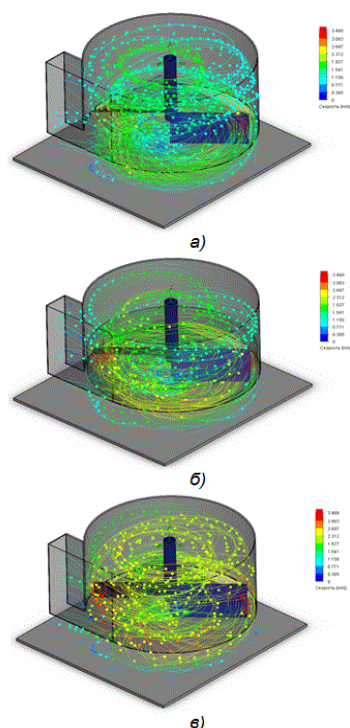


Рис. 2 – Распределение и траектории потоков скоростей внутри ботвоудаляющего рабочего органа при различных углах установки ножей а) 30, б) 45, в) 60 град

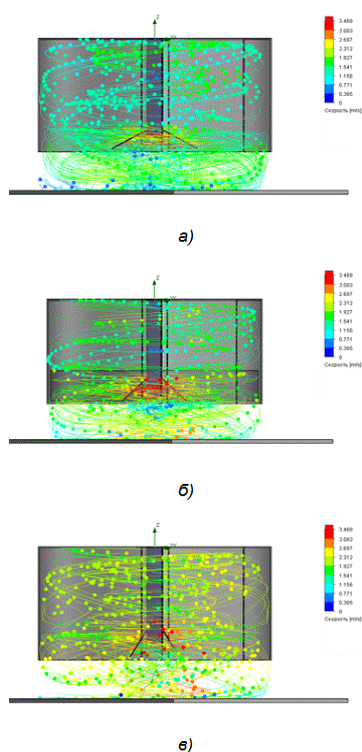


Рис. 3 – Распределение и траектории потоков скоростей в вертикальной плоскости внутри ботвоудаляющего рабочего органа при различных углах установки ножей а) 30, б) 45, в) 60 град

На рисунке 3 изображены визуализация траекторий скоростей в вертикальной плоскости при различных углах установки ножей.

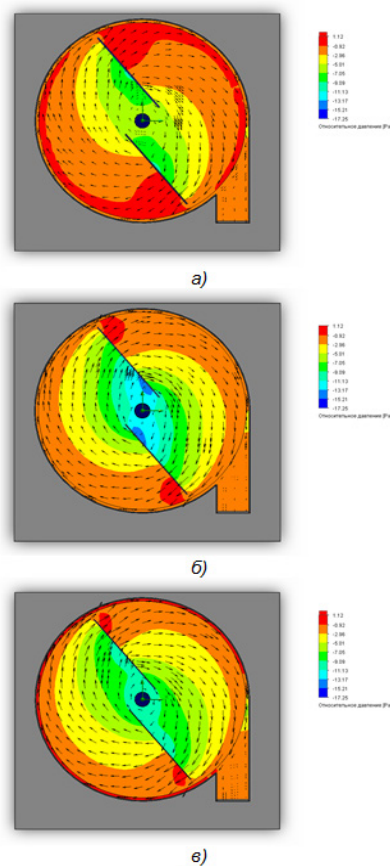


Рис. 4 – Визуализация векторов скоростей с распределением относительных давлений в горизонтальной плоскости при различных углах установки ножей а) 30, б) 45, в) 60 град

Анализируя данное распределение скоростей воздушного потока в пространстве внутри кожуха, можно сделать вывод, что максимальная скорость потока наблюдается при угле установке ножей 45 градусов, причем усиливается завихренность потока вследствие его отражения от стенок кожуха.

На рис. 4 изображены визуализация векторов скоростей с распределением относительных давлений в горизонтальной плоскости отстоящей от поверхности земли на расстоянии 120 мм.

Как видно из представленных результатов моделирования, относительное давление при угловой скорости вращения 178 рад/с и углах установки ножей 45 и 60 градусов распределено более равномерно в сечении, а при 30 градусах происходит образование воронки завихрения с увеличением давления по периферии и понижением к ее центру.

При вращении рабочего органа ботвоудаляющего устройства под ним создается разрежение и поток воздуха, направленный от земли. Этот поток воздуха втягивает лежащую листостебельную массу, т. е. силовое взаимодействие потока воздуха с листостебельной массой сводится к одной силе лобового сопротивления, при этом эта



сила совпадает с направлением течения воздуха. Одновременно с создаваемым рабочим органом разрежением через щель между кожухом и землей всасывается воздух и образуется неравномерное поле скоростей в набегающем потоке воздуха, при этом на листостебельную массу начинает действовать еще подъемная сила и аэродинамический момент, которые способствуют поднятию листостебельной массы и подводу ее в зону резания ножей.

Элементы ножей, находящиеся на различных расстояниях от вала, вращаются с неодинаковыми скоростями. Вследствие этого ножи с по-

стоянной шириной и углом наклона создают разрежение, изменяющееся по длине ножей. Это приводит к радиальным перемещениям воздуха и срезанной листостебельной массы в проточной полости ножей и отвода, что способствует откидыванию срезанной листостебельной массы к ботводу отводящему окну и укладке ее на междурядье [6].

В результате моделирования были получены следующие расчетные величины при различных углах установки ножей 30, 45 и 60 градусов: средняя скорость потока воздуха, максимальная скорость потока воздуха, относительное давление, завихренность потока воздуха (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние угла установки ножей на скоростные характеристики воздушного потока

Угол установки ножей, град	Средняя скорость потока воздуха, м/с	Максимальная скорость потока воздуха, м/с	Относительное давление, Па		Завихренность потока воздуха, 1/с	
			min	max	min	max
30	1,444	4,857	-13,18	4,67	7,642	3107,353
45	1,774	5,146	-17,25	1,12	13,399	2519,960
60	2,129	4,828	-11,45	1,35	8,524	2280,311

Как видно из таблицы 1 с возрастанием угла установки ножей рабочего органа возрастают средняя скорость потока воздуха. Максимальная скорость потока воздуха имеет максимальное значение при угле установки ножей 45 градусов, при 30 и 60 градусах она примерно одинакова. При угле 45 градусов разность относительных давлений максимальна в сравнении с другими значениями углов, также наблюдается минимальное значение относительного давления, что способствует увеличению завихренности потока воздуха, создавая необходимое разрежение для подъема листостебельной массы. Негативным фактором повышения разрежения является подъем мельчайших частиц почвы и налипание ее на рабочий орган, что приводит к уменьшению скольжения срезанной массы по ножам и налипанию и наматыванию ее на рабочий орган.

Для анализа траекторий потока воздуха с распределением скоростей в горизонтальной плоскости при различных углах установки ножей 30, 45, 60 градусов были получены визуализации (рис. 4). По данным визуализациям видно, что при углах установки ножей 30 и 60 градусов возникает вихрь, что не способствует равномерному удалению листостебельной массы, а при угле 45 градусов распределение траекторий потока воздуха и скоростей более равномерно.

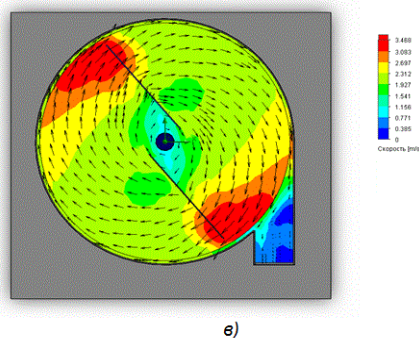
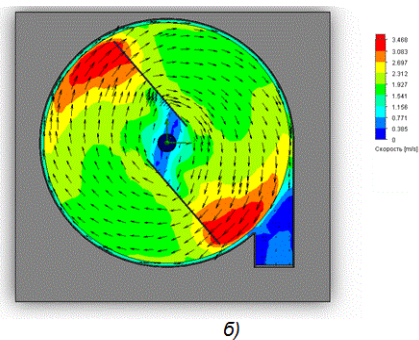
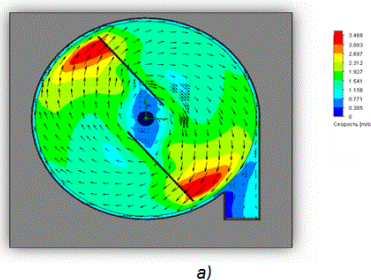


Рис. 5 – Визуализация векторов скоростей с их распределением в горизонтальной плоскости при различных углах установки ножей а) 30, б) 45, в) 60 град

Были получены визуализации линий тока скоростей воздуха при различных углах установки ножей в горизонтальной (рис. 5) и вертикальной (рис. 6) плоскости. Из визуализации видно, что скорость потока на входе распределена неравномерно и имеет тенденцию на повышение у середины ножей, а понижение у вала и периферийной части ножей.

Оптимальный диапазон скоростей потока воздуха наблюдается у рабочего органа с расположе-



нием ножей под углом 45 градусов. что подтверждает достоверность предыдущих результатов [7, 8].

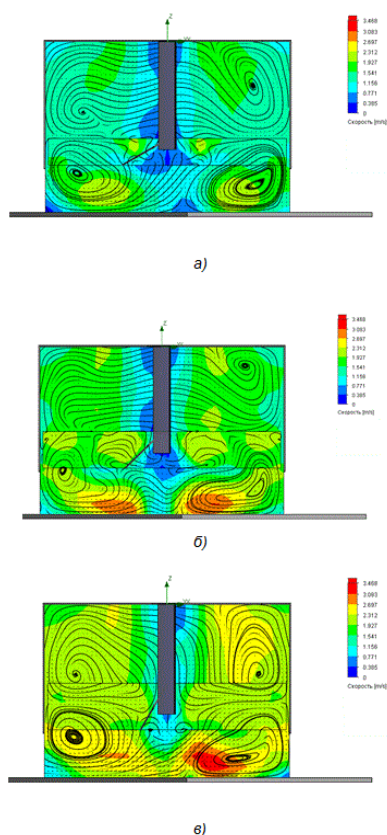


Рис. 6 – Визуализация линий тока скоростей воздуха в вертикальной плоскости при различных углах установки ножей а) 30, б) 45, в) 60 град

Заключение

В результате проведенного анализа процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа было установлено влияние угла установки ножей на скоростные характеристики воздушного потока. Построенные математическая и компьютерная модели работы ботвоудаляющего рабочего органа позволили определить траектории движения, скорость, относительное давление воздушного потока внутри кожуха.

Установлена адекватность компьютерной модели, которая позволяет провести дальнейшие расчеты по оптимизации ботвоудаляющего рабочего органа компьютерными средствами моделирования.

Получены оптимальные конструктивные (ширина ножа – 120 мм; длина ножа – 250 мм; угол установки ножей – 45 градусов; расстояние от поверхности поля до кожуха – 100 мм; диаметр кожуха – 280 мм; ширина ботвоотводящего окна – 90 мм) и режимные (угловая скорость вращения ножей 178 рад/с) параметры ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха, что позволит повысить качество уборки листостебельной массы.

Список литературы

1. Ларюшин, Н. П. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы [Текст] / Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 2. – С. 15-17.
2. Ларюшин, Н. П. Уборка без задержек [Текст] / Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов // Сельский механизатор. – 2007. – № 7. – С. 48-49.
3. Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01/ Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 153 с.
4. Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01/ Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 18 с.
5. Фролов, Д. И. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины [Текст] / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3. – С. 18-23.
6. Ларюшин, Н. П. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях [Текст] / Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов // Нива Поволжья. – 2008. – № 2 (7). – С. 46-51.
7. Фролов, Д. И. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука [Текст] / Д. И. Фролов, С. В. Чекайкин // XXI век : итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 6 (22). – С. 158-161.
8. Фролов, Д. И. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины [Текст] / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Известия Самарской ГСХА. – 2014. – № 3. – С. 29-33.

ANALYSIS OF THE MOTION AIR INSIDE THE HOUSING HAULM REMOVING WORKING BODIES WITH JUSTIFICATION THE OPTIMUM ANGLE BLADES

Frolov Dmitriy I., Cand. technical sciences, the senior lecturer of chair «Food productions», surr@bk.ru

Kurochkin Anatoliy A., Doctor technical sciences, the professor of chair «Food productions», anatolii_kuro@mail.ru

Shaburova Galina V., Cand. technical sciences, the senior lecturer of chair «Food productions», shaburovs@mail.ru

Penza State Technological University

Kashirin Dityriy E., Doctor technical sciences, Associate Professor, Chair of Faculty «Electric Supply», Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, kadm76@mail.ru



The aim is to develop a mathematical and computer models of the process of movement of air within the enclosure haulm removing working body substantiating the optimum angle blades. Analysis of the movement of air within the enclosure haulm removing working body produced using modern computational software program SolidWorksFlowSimulation, which is designed for gas and hydrodynamic analysis in the environment SolidWorks. The paper presents an analysis of the movement of air within the enclosure haulm removing working body. Taking into account the admissible simplifications developed mathematical and computer models of the process of movement of air within the enclosure haulm removing working body. The analysis of the process of movement of air within the enclosure haulm removing working body was found the influence of the angle of installation of knives on speed characteristics of the air flow. Constructing mathematical models and computer work haulm removing working body allowed to establish (at various angles of installation knives): distribution and velocity trajectories of flows in the longitudinal plane inside haulm removing working body; visualization of the velocity vectors with the distribution of relative pressures in the horizontal plane; visualization streamlines air velocities in a vertical plane. The optimal design (blade width - 120 mm; length of the knife - 250 mm; installation angle of blades - 45 degrees, the distance from the field to the housing - 100 mm shell diameter - 280 mm; width haulm removing windows - 90 mm) and regime (corner the rotation speed of the blades 178 rad / sec) parameters haulm removing working body that improve the quality of cleaning cormophyte mass due to the intensification of the air flow inside the housing.

Key words:haulm removing body, cormophyte mass, onion tops, air flow.

Literatura

1. Laryushin, N. P. Optimal parameters of top removing working member of cutter for leaf-and-stalk mass / N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov // Tractors and agricultural machines. -2010. – №2. -P. 15-17.
2. Laryushin, N. P. Cleaning without delay / N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov // Rural machine operator. -2007. – №7. -P. 48-49.
3. Frolov, D. I. Development of cutter error is tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: dissertation of the candidate of technical sciences: 05.20.01 / Frolov Dmitry Ivanovich. – Penza, 2008. – 153 p.
4. Frolov, D. I. Development of cutter error is tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: candidate of technical sciences dissertation author's abstract: 05.20.01 / Frolov Dmitry Ivanovich. – Penza, 2008. – 18 p.
5. Frolov, D. I. Substantiation of the haulm removing machine operating element rotation optimum frequency / D. I. Frolov, A. A Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture. – 2013. – №3. – P. 18-23.
6. Laryushin, N. P. Substantiation of constructively operation characteristic plant-top removing machine by laboratory research / N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov // NivaPovolzhya. – 2008. – № 2 (7). – P. 46-51.
7. Frolov, D. I. Reasoning effective parameters of the haulm removing machine on sowings of the onion / D. I. Frolov, S. V. Chekaykin // XXI century: the results of past and present problems plus. 2014.- №06 (22). - P.159-162.
8. Frolov, D. I. Modeling the process to removing tops onions Of the haulm removing machine operating element / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture. - 2014. - №3.- P. 29-33



УДК 621.8:004.9

ТЕХНОЛОГИЯ ЦИФРОВЫХ ПРОТОТИПОВ В РЕШЕНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

КРАВЧЕНКО Андрей Михайлович, д-р техн. наук, профессор кафедры "Строительство инженерных сооружений и механика", Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, kam@62.ru.

В статье представлен опыт использования технологии цифровых прототипов, основанной на твердотельном цифровом моделировании объектов научно-технической и учебной деятельности в условиях современного вуза при обучении по техническим кафедрам.

Ключевые слова: САПР, машиностроение, детали машин, проектирование, архитектура

Введение

Качественное выполнение государственного заказа на подготовку научно-технических специалистов в области эксплуатации продукции ма-

шиностроения невозможно без применения современных информационных технологий для решения задач проектирования и инженерного анализа изделий машиностроения: транспорт-

© Кравченко А. М., 2015г



ных машин, средств механизации, технического обслуживания и ремонта. Современные требования, предъявляемые к профессионалу, предполагают его высокие компетенции как в области анализа существующих технических систем, так и в области личного участия в проектировании (синтезе) образцов машин и механизмов с более совершенными тактико-техническими характеристиками (потребительскими свойствами).

В РВВДКУ на кафедре общепрофессиональных дисциплин активно осваиваются перспективные направления автоматизации учебно-научной деятельности с использованием самых современных специализированных информационно-аналитических систем – архитектурных и машиностроительных САПР. В статье представлены полученные нами предварительные результаты по совершенствованию инженерного проектиро-

вания объектов профессиональной деятельности в рамках исследовательской деятельности в области информатизации педагогического труда с использованием специализированных программных продуктов.

Основная часть

В ходе занятий обучаемые выполняют учебный проект механического привода тягового конвейера для перемещения колесной техники на участке поточной линии ремонтного органа в структурных подразделениях по обслуживанию колесной техники.

По результатам проектировочного расчета компонентов механического привода по известным методикам [1] выполняют их цифровые прототипы (электронные модели) в среде машиностроительной САПР (рис. 1).

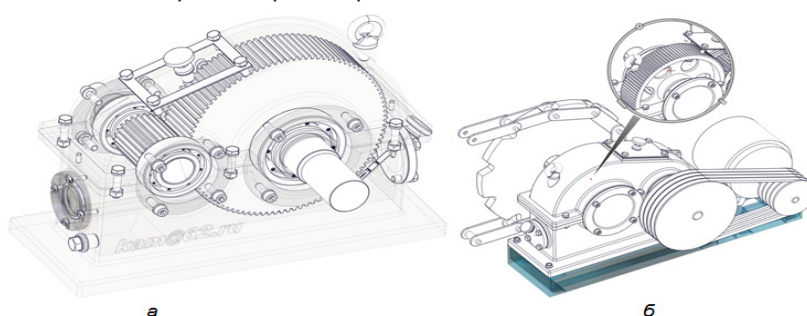


Рис. 1 – Изображения цифровых прототипов: зубчатого редуктора (а) и электромеханического привода (б)

На основании этих прототипов при необходимости система может в полуавтоматическом режиме генерировать любые виды конструкторской документации: чертежи, схемы спецификации (рис. 2).

В среде машиностроительной САПР в полной мере может быть реализована «концепция парадоксального проектирования» [3] – виртуальное интегрирование в структуре цифровой модели заведомо несовместимых в реальном изделии компонентов: рым-болт и проушина, маслоуказатель жезлового типа и в форме прозрачного окна. Это позволяет объективно и всесторонне проработать компоновочные особенности будущей механической системы (изделия). При необходимости можно легко выполнить ее полноценный инженерный анализ, вплоть до учета массы отдельных элементов (любых их комбинаций), а также осуществлять коллективную проработку конструкторских решений и дизайнерских особенностей в составе творческой группы разработчиков и неограниченное число раз согласовывать любые стадии проектирования с заказчиком (соисполнителем, руководителем и пр.), в том числе и дистанционно, без необходимости выполнять традиционные чертежи на бумажных носителях на промежуточных этапах.

Одной из характерных особенностей машиностроительной САПР является ее способность в интерактивном режиме следить за корректностью осуществления сборки деталей в узле (агрегате), отслеживая наличие сопряжений и учитывая их взаимную подвижность (степени свободы кинематических пар). Виртуальная проверка работы изделия, разработанного в САПР, снижает вероят-

ность ошибок и увеличивает технологичность его изготовления. Возможна как проверка пересечений статичных деталей с подсвечиванием (рис. 3,а) пересекающихся частей (коллизий), так и проверка потенциальных пересечений движущихся частей механизма с помощью вариации зависимостей или перетаскивания компонентов.

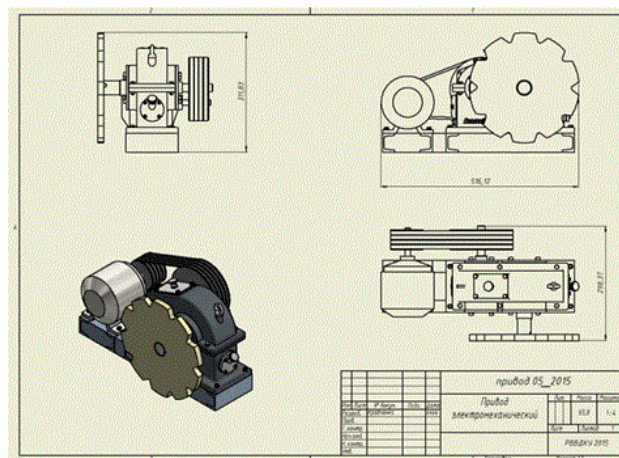


Рис. 2 – Электронный сборочный чертеж цифрового прототипа привода в трех видах с изометриями

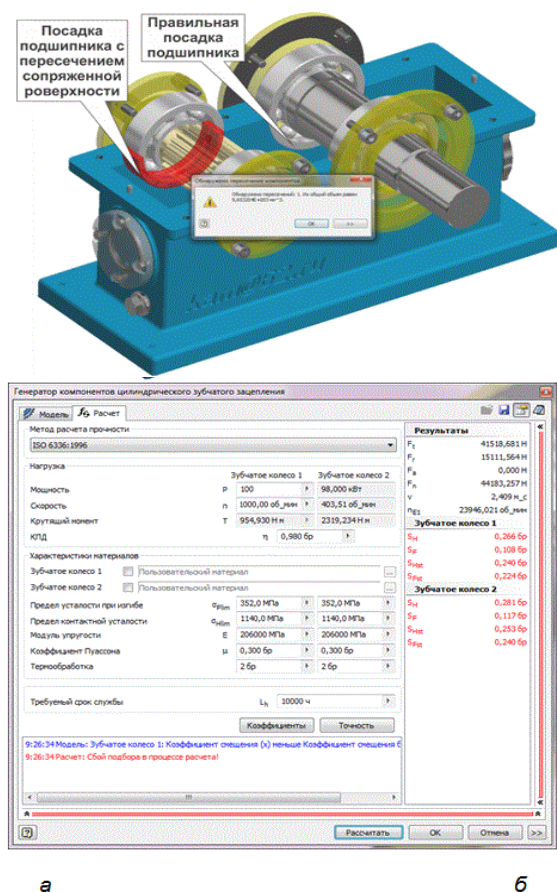


Рис. 3 – Цифровой прототип редуктора (а) и результат анализа качественных параметров его зубчатого зацепления (б)

Автоматический мониторинг соблюдения основных конструкторских параметров позволяет снизить вероятность возникновения ошибок. Эта функция САПР позволяет контролировать геометрию и массу виртуальной модели проектируемого изделия. При выходе значений отслеживаемых параметров за пределы заданного диапазона появляется предупреждающий сигнал. Корректор ошибок – это диагностическое средство, с помощью которого можно выявлять потенциальные проблемы в конструкции и находить пути их исправления (рис. 3,б).

Кроме того машиностроительная САПР позволяет в интерактивном режиме моделировать процессы деформации в твердых телах под действием экстремальных нагрузок. Для этого выполняют цифровые прототипы (твердотельные 3D-модели) механической системы, назначают их элементам свойства реальных конструкционных материалов (рис. 4, а) и прикладывают в нужных местах сосредоточенные или распределенные нагрузки. Система проводит прочностной анализ компонентов механической системы методом конечных элементов и с высокой степенью наглядности информирует пользователя о ее напряженном состоянии.

Результат анализа напряжения, возникающего в железнодорожном рельсе, длиной 1 м под действием сосредоточенной нагрузки величиной 0,01Н представлен на рисунке 4,б и 4,в. По картам

смещений (рис. 4,б) и напряжений (рис. 4,в) видно, что максимальная деформация составляет порядка $1,176 \cdot 10^{-8}$ мм, а максимальное напряжение – $4 \cdot 10^{-6}$ МПа. Очевидно, что в обычных условиях зафиксировать столь малые величины деформации и напряжения практически невозможно. Это свидетельствует о важности предлагаемого метода для оценки степени влияния различных факторов на обеспечение надежности функционирования технических систем.

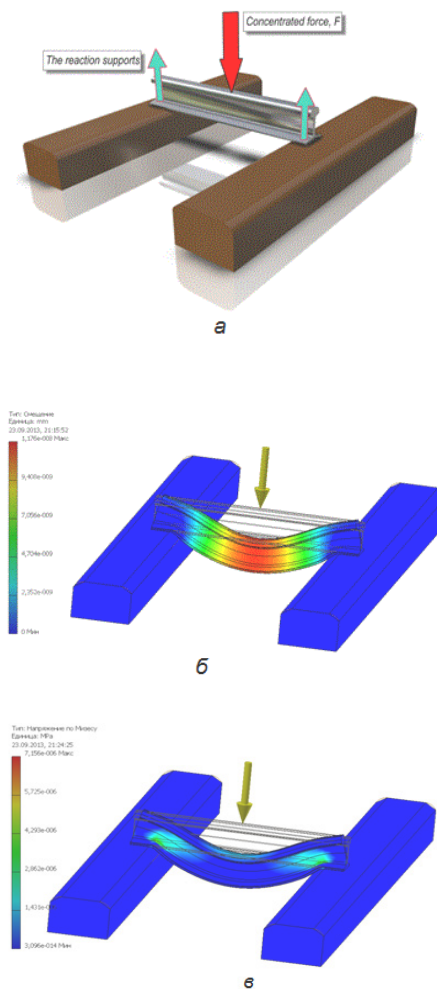


Рис. 4 – Расчетная схема механической системы (а), результаты моделирования деформаций (б) и напряжений (в) от заданной нагрузки (concentrated force)

Далее, в среде архитектурной САПР разрабатывается цифровая модель инфраструктуры ремонтного органа: здания, сооружения, оборудования, оргтехники, размещения машин и паркового оборудования. По технологии BIM-обмена в нее могут быть интегрированы цифровые модели из машиностроительной САПР (рис. 5). По такой интегрированной цифровой модели можно принимать логистические решения по оптимизации технологического процесса ремонта и обслуживания техники, расходованию эксплуатационных материалов и загрузке специалистов.

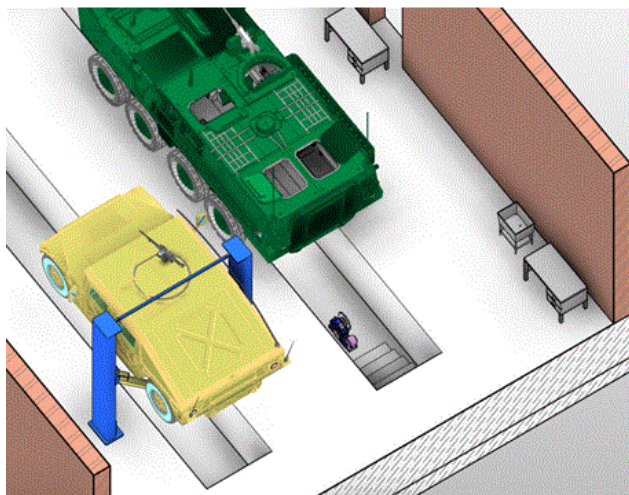


Рис. 5 – Фрагмент общего вида компоновки поточной линии по ТО колесных машин

Заключение

Предлагаемый метод комплексной автоматизации проектно-инженерной деятельности с использованием технологии цифровых прототипов позволяет поднять подготовку технических специалистов на качественно новый уровень, соответствующий современным требованиям. Методика виртуального моделирования изделий машиностроения позволяет одновременно участвовать в создании изделия машиностроения неограниченному числу участников и избежать типичных ошибок конструирования на более ранней стадии совместного проекта, что ведет к сокращению времени разработки. Овладение аналогичными программными продуктами способствует повышению качества спроектированных технических систем и позволяет перераспределить время пользователя

для решения творческих и интеллектуальных задач.

Представленный в данном материале метод измерения величины деформации изгиба твердых тел может быть полезен при проведении учебных занятий, выполнении научных исследований и испытаниях новых материалов в условиях учебных, научных и заводских лабораторий.

Материалы исследований по данному направлению опубликованы на международных информационных ресурсах [2-5] и апробированы на международных конференциях.

Список литературы

1. Основы инженерного проектирования [Текст] : монография / Н. В. Бышов, А. М. Кравченко, С. Н. Борячев и др. – Рязань : РГАТУ, 2011.
2. Kravchenko A.M. The method of registration of a very small deformations solids and a device for its implementation. - «International journal of applied and fundamental research» (ISSN 1996-3955) – 2013. – № 2 – URL: www.science-sd.com/455-24388.
3. Kravchenko A.M. The paradoxical concept of design in the annex to the technology of digital prototypes. - International journal of applied and fundamental research» (ISSN 1996-3955) – 2014. – № 2 – URL: www.science-sd.com/457-24559.
4. Kravchenko A.M. The technology of digital prototypes in engineering education. - «International journal of applied ad fundamental research» (ISSN 1996-3955) – 2014. – № 3 – URL: www.science-sd.com/457-24559.
5. Kravchenko A.M. A method of creating an electronic 3D models of products. - «International journal of applied ad fundamental research» (ISSN 1996-3955) – 2015. – № 2 – URL: www.science-sd.com/461-24806.

THE TECHNOLOGY OF DIGITAL PROTOTYPES IN SOLVING SCIENTIFIC AND ENGINEERING PROBLEMS

Kravchenko Andrey M., Doctor of Technical Science, Full Professor, Professor of the Department "Building of engineering structures and mechanics", Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, kam@62.ru

The article presents the experience of using the technology of digital prototypes, based on solid-state digital modeling objects of scientific, technical and educational activities in terms of co-temporary of the University in teaching technical departments

Key words: CAD, mechanical engineering, machine elements, engineering, architecture

Literatura

1. Osnovy ingenernogo proektirovaniya [Tekst] : monografiya/ N.V.Byshov, A.M.Kravchenko, S.N. Borychev I dr. – Ryazan : RGATU, 2011
2. Kravchenko A. M. The method of registration of a very small deformations solids and a device for its implementation. - "International journal of applied and fundamental research" (ISSN 1996-3955) – 2013. – No. 2 URL: www.science-sd.com/455-24388.
3. Kravchenko A. M. The paradoxical concept of design in the annex to the technology of digital prototypes. - International journal of applied and fundamental research" (ISSN 1996-3955) – 2014. – No. 2 URL: www.science-sd.com/457-24559.
4. Kravchenko M. A. The technology of digital prototypes in engineering education. - "International journal of applied ad fundamental research" (ISSN 1996-3955) – 2014. – No. 3 – URL: www.science-sd.com/457-24559.
5. Kravchenko A. M. A method of creating an electronic 3D models of products. - "International journal of applied ad fundamental research" (ISSN 1996-3955) – 2015. – No. 2 URL: www.science-sd.com/461-24806.



УДК 004.4:62-2:692

К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА ТЯГОВОГО КОНВЕЙЕРА

КРАВЧЕНКО Андрей Михайлович, д-р техн. наук, профессор кафедры "Строительство инженерных сооружений и механика", kam@62.ru.

БЫШОВ Николай Владимирович, д-р техн. наук, профессор, ректор, university@rgatu.ru

БОРЫЧЕВ Сергей Николаевич, д-р техн. наук, профессор, проректор, 89066486088@mail.ru
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В статье проводится опыт интеграции архитектурного и машиностроительного автоматизированного проектирования средств механизации по обслуживанию сельскохозяйственной техники в условиях стационарных средств технического обслуживания и ремонта. Представлена информация по комплексному виртуальному моделированию организации размещения технологического оборудования в производственной зоне, а также результаты расчета основных геометрических параметров рабочего органа электромеханического привода тягового пластинчатого конвейера поточной линии. Предложена технология «сквозного» проектирования средств механизации ТО и ремонта СХТ за счет автоматизации вычислительных алгоритмов и реализации BIM-технологии архитектурно-технологических решений под конкретные производственные условия.

Ключевые слова: САПР, машиностроение, архитектура, ТО, ремонт, СХТ.

Введение

Комплексное эффективное проектирование технологических процессов по ТО и ремонту СХТ является в настоящее время сложной системой с многими входными данными и ограничениями. Но самое главное, что эта многовариантная инженерная задача должна решаться на стыке таких областей знаний как машиностроение и строительство зданий и сооружений. Инженеры-машиностроители для построения расчетных моделей и конструирования средств механизации применяют методы теоретической механики, теории механизмов и машин, сопротивления материалов, деталей машин и основ конструирования. Инженеры-строители (архитекторы), в свою очередь, отвечают за

формирование объектов инфраструктуры стационарного средства ТО и ремонта СХТ под конкретные производственные, климатические и прочие существенные условия.

Основная часть

В настоящее время появились условия рационального сочетания архитектурных и машиностроительных особенностей инженерного проекта, заключающиеся в использовании так называемой BIM-технологии (от англ. Building Information Modeling - информационное моделирование сооружений) - процесс коллективного создания и использования информации о сооружении, формирующий надежную основу для всех решений на протяжении жизненного цикла объекта (рисунок 1).

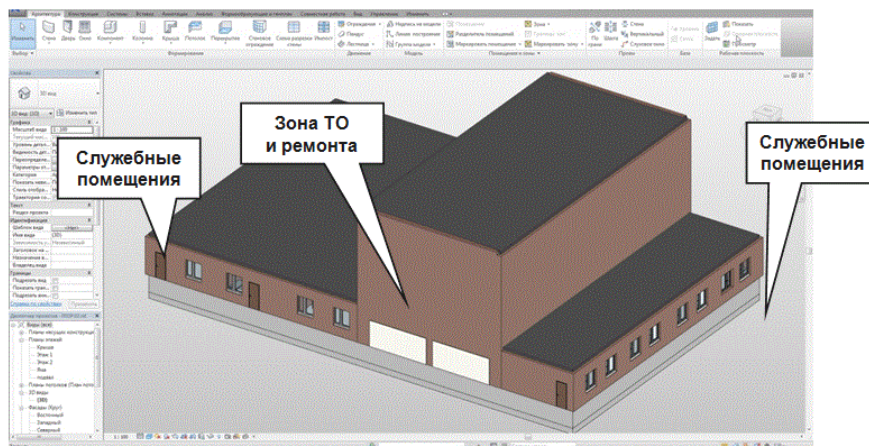


Рис. 1 – BIM-модель здания стационарного пункта технического обслуживания и ремонта СХТ, выполненная в среде архитектурной САПР

© Кравченко А. М., Бышов Н. В., Борычев Н. С., 2015г.



BIM-технология предполагает построение точных виртуальных моделей сооружения в цифровом виде. Использование моделей облегчает процесс проектирования на всех его этапах, обеспечивая более тщательные анализ и контроль. Будучи завершенными, эти компьютерные модели содержат точную геометрию конструкции и все необходимые данные для закупки материалов, изготовления конструкций и производства строительных работ. Среди основных преимуществ применения BIM-технологий - цифровая точность проектов, абсолютная их наглядность и понятность для заказчика за счет 3D-визуализации, колоссальная экономия времени проектирования, существенное уменьшение стоимости строительства и эксплуатации. В настоящее время завершается обсуждение вопроса создания единого стандарта применения BIM-технологий. Такой стандарт получит статус государственного [1,2].

Но самое важное, на наш взгляд, преимущество такой технологии проектирования – уникальная возможность интеграции в виртуальную среду BIM-модели любых других объектов технологической среды, как спроектированных пользователем в среде различных САПР, так и заимствованных

из сторонних библиотек и баз 3D-моделей. Такой подход предоставляет замечательную возможность осуществить комплексное («сквозное») проектирование любого объекта инфраструктуры, что называется «под ключ» с насыщением его любым оборудованием, созданием любой рабочей проектной документации (спецификации, чертежи и пр.). Причем в электронной модели может быть заложено и сохранено несколько вариантов сооружения и размещения оборудования. Все это в любой момент может стать основой для выразительной презентации, обсуждения и выбора наиболее рациональной версии для дальнейшей реализации «в металле».

На рисунках 1-3 представлены фрагменты реализации BIM-технологии в образе электронной модели стационарного средства ТО и ремонта СХТ с различной степенью детализации и визуализации, выполненные нами в среде архитектурной САПР. Модели машин и оборудования рабочих постов импортированы из сторонних источников. Цифровые модели здания, его элементов, а также электромеханического привода [3] тягового конвейера (рисунок 4) выполнены в среде машиностроительной САПР.

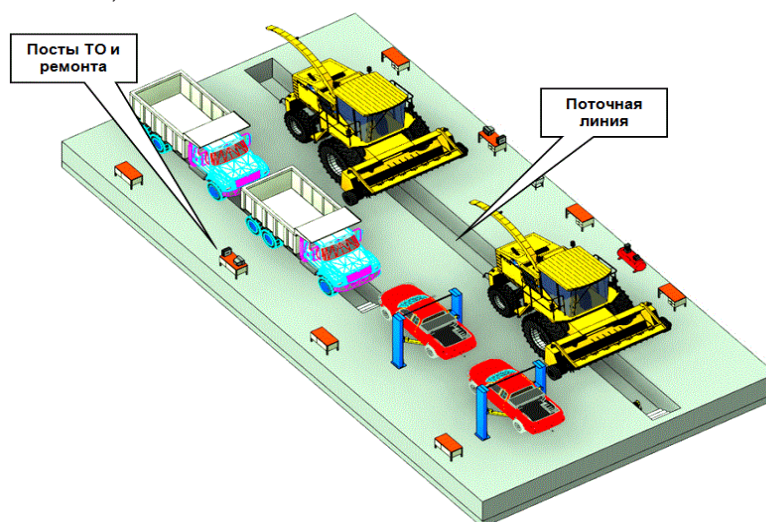


Рис. 2 – BIM-модель зоны ТО и ремонта СХТ

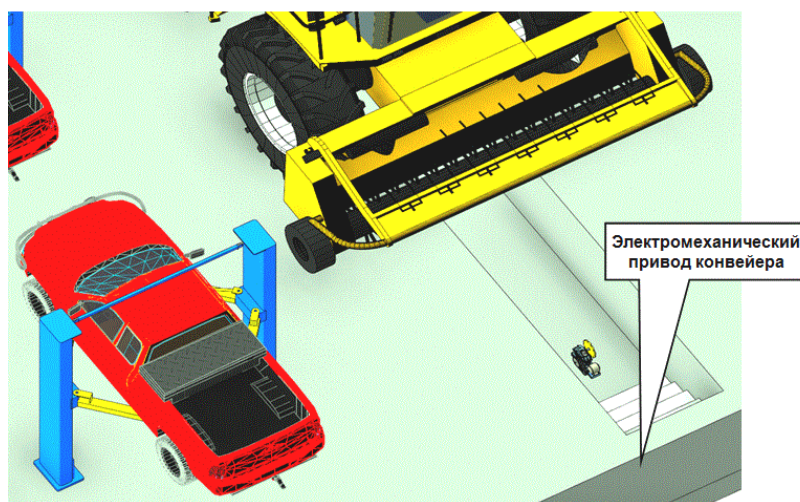


Рис. 3 – BIM-модель размещения электромеханического привода конвейера в составе поточной линии ТО

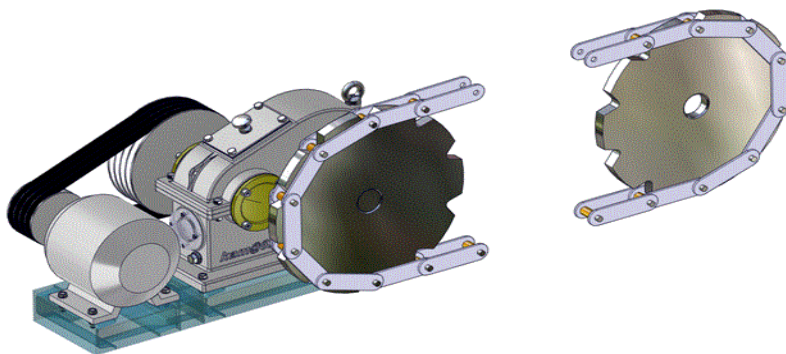


Рис. 4 – 3D-модель цепного тягового конвейера, выполненная в среде машиностроительной САПР

Нами предлагается детальный расчет рабочего органа конвейера в составе: ведущая и ведомая звездочки [4] и тяговая пластинчатая цепь [5] (рисунок 4). Расчет выполнялся по методике [6,7] с использованием электронных таблиц Excel (рисунки 5,6) и параллельным цифровым моделированием в среде машиностроительной САПР. Данная технология позволяет не только получить

оптимальную с точки зрения теории прочности конструкцию, но и проверить каждое сопряжение на пересечение и обеспечение требуемой степени свободы с последующей визуализацией, анимацией и, при необходимости, выполнением рабочей проектной документации в полуавтоматическом режиме.

Программа расчета основных геометрических параметров цепного тягового конвейера			
Выбираем тяговую пластинчатую цепь М40 по ГОСТ 588-81			
цепь:			
шаг цепи, мм	t	80	
толщина пластины, мм	s	3,5	
длина оси шарнира, мм	b ₁	45	
расстояние между внутренними пластинами, мм	b ₃	19	
ширина пластин, мм	h	25	
толщина оси, мм	d ₁	8,5	
наружный диаметр втулки, мм	d ₂	12,5	
длина втулки, мм	b ₅ = b ₃ + 2s	26	
звездочка:			
число зубьев звездочки	z	10	
диаметр делительной окружности, мм	d _a = t / sin(180°/z)	258,89	
диаметр наружной окружности, мм	D _e = t(K + K _r - (0,31/λ))	287,14	
диаметр окружности впадин, мм	D _i = d _a - D _e	246,39	
коэффициент числа зубьев	K _r = ctg(180°/z)	3,08	
геометрическая характеристика зацепления	λ = t/D _i	6,4	
диаметр элемента зацепления, мм	D _u = d ₂	12,5	
половина угла заострения, град	γ	13...20°	
угол впадины зуба, град	β при z=6...8	68	
ширина зуба звездочки, мм	b _γ = 0,9b ₃ - 1	16,1	
ширина вершины зуба, мм	b = 0,83b _γ	12,4	

Рис. 5 – Фрагмент программы расчета основных геометрических параметров звездочки тягового конвейера в среде MS Excel

A	B	C	D	E	F
1 шаг цепи, мм	t=	80	80	80	80
2 межосевое расстояние, мм	a=	20000	10000	5000	2000
3 число зубьев звездочек	z=	10	10	10	10
4 число звеньев цепи	m=	510	260	135	60
5 длина цепи, мм	L _ц =	40800	20800	10800	4800
6 уточн. межосевое расст., мм	A=	20000	10000	5000	2000
7	$m = \frac{2a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{a}$				
8	$L_{ц} = m \cdot t$				
9	$A = \frac{t}{4} \cdot \left[m - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left(m - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right]$				

Рис. 6 – Фрагмент программы моделирования параметрического ряда основных геометрических параметров цепи тягового конвейера в среде MS Excel



Заключение

В представленном материале обобщен опыт «сквозного» комплексного инженерного проектирования на основе BIM-технологии с использованием архитектурных и машиностроительных САПР, позволяющего добиваться существенного снижения затрат на проектирование при одновременном существенном увеличении его скорости, обеспечении одновременного доступа нескольких заинтересованных пользователей (проектировщиков, заказчиков, исполнителей и пр.).

Список литературы

1. Батишев, В. Из практики информационного моделирования [Текст] / В. И. Батишев // Sport Build / Строительство и эксплуатация спортивных сооружений. 2015 - №7 (110).
2. Голдберг, Э. Современный самоучитель работы в Revit Architecture [Текст] / Э. Голдберг. – М. : ООО «ДМК пресс», 2012.

3. Кравченко, А. М. Твердотельное 3D моделирование в задачах инженерного проектирования [Текст] / А. М. Кравченко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2014. - № 2 (22). – С. 26-29.

4. ГОСТ 592-81. Звездочки для пластинчатых цепей. Методы расчета и построения профиля зубьев. Предельные отклонения. - М. : Изд-во стандартов, 1981.

5. ГОСТ 588-81. Цепи тяговые пластинчатые. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1981.

6. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя [Текст] / В. И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 2006. – Т. 2.

7. Основы инженерного проектирования [Текст] : монография / Н. В. Бышов, А. М. Кравченко, С. Н. Бoryчев и др. – Рязань : РГАТУ, 2011.

THE PROBLEM OF OPTIMIZING THE PARAMETRIC MODEL OF THE MECHANICAL DRIVE OF THE TRACTION CONVEYOR

Kravchenko Andrey M., Doctor of Technical Science, Full Professor, Professor of the Department "Building of engineering structures and mechanics", kam@62.ru.

Byshov Nikolay V., Doctor of Technical Science, Full Professor, rector, university@rgatu.ru

Borychev Sergey N., Doctor of Technical Science, Full Professor, vice-rector, 89066486088@mail.ru
Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev

The article describes the experience of integrating architectural and engineering computer-aided design of means of mechanization for maintenance of agricultural machinery in the conditions of stationary equipment maintenance and repair. Presents information on integrated modeling of virtual organization technology in the production area, as well as the results of calculation of the main geometric parameters of the working body of the Electromechanical drive the traction plate conveyor of the production line. The technology cross-cutting design of means of mechanization and agricultural machinery repair at the expense of automation of computational algorithms and implementation of BIM-technology, architectural and technological solutions under specific production conditions.

Key words: CAD, engineering, architecture, repairs, agricultural machinery.

Литература

1. Batishev, V. Iz praktiki informacionnogo modelirovaniya [Tekst] / V.I. Batishev // Sport Build / Stroitel'stvo i ehkspluatatsiya sportivnykh sooruzheniy. 2015 - №7 (110).
2. Goldberg, Eh. Sovremenny samouchitel' raboty v Revit Architecture [Tekst] / Eh.Goldberg. – М. :ООО «ДМКпресс», 2012.
3. Kravchenko, A.M. Tverdotel'noe 3D modelirovanie v zadachakh inzhenernogo proektirovaniya [Tekst] / A.M. Kravchenko // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostucheva. - 2014. - № 2 (22). – S. 26-29.
4. GOST 592-81. Zvezdochki dlya plastinchatykh cepey. Metody rascheta i postroeniya profilya zub'ev. Predel'nye otkloneniya. - М. : Izd-vo standartov, 1981.
5. GOST 588-81. Cepi tyagovye plastinchatye. Tekhnicheskie usloviya. – М. :Izd-vo standartov, 1981.
6. Anur'ev, V.I. Spravochnik konstruktora mashinostroitelya [Tekst] / V.I. Anur'ev. – М. : Mashinostroyeniye, 2006. – Т. 2.
7. Osnovy inzhenernogo proektirovaniya [Tekst] : monografiya / N.V. Byshov, A.M. Kravchenko, S.N. Borychev i dr. – Ryazan' : RGATU, 2011.





УДК 634.355.3

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕХАНИЗАЦИИ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОРОХА ПОЧАТКОВ

ПЕТУНИНА Ирина Александровна, д-р техн. наук, профессор, petunina.ia60@mail.ru**КОТЕЛЕВСКАЯ Елена Анатольевна**, магистр, ст. преподаватель кафедры МЖ и БЖД, 9183119059@mail.ru
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет»

В результате возросшего спроса во многих южных регионах страны, а также с учетом санкций против России, расширились площади посевов кукурузы на зерно, увеличился валовой сбор зерна кукурузы. Общая посевная площадь кукурузы в Краснодарском крае возросла. Одновременно с этим возрос спрос на семенной материал. Необходимость разработки принципиально новых технических решений для разделения очищенных и неочищенных початков кукурузы очевидна и актуальна. Нами предлагается проверить два варианта устройств: управляемую горку и электронное программируемое устройство с использованием программы кодового распознавания по цвету. В работе рассмотрен вопрос об исключении ручного труда при разделении початков семенной кукурузы на очищенные и неочищенные.

Ключевые слова: разделение вороха, цветовой индекс початка, управляемая горка, электронное устройство.

Введение

Технология производства кукурузы на семена существенно отличается от возделывания этой культуры на зерно. После обмолота зерно кукурузы проходит этап первичной очистки, в процессе которого из него удаляются крупные и мелкие примеси, частицы обертки. Для производства кукурузы на семена характерны те же сложности, что и при выращивании зерновой кукурузы. Однако есть ряд особенностей, которые присущи только семеноводческой деятельности. Среди наиболее значимых можно назвать дорогостоящую уборочную технику: стоимость одного початкоуборочного комбайна составляет около 16-17 млн. руб. Практически вся эта техника американского (ОХВО) и французского (BOURGOIN) производства. Кроме початкоуборочных комбайнов требуются также средства малой механизации, которые также не производятся в России. Необходимость в них объясняется сокращением трудовых ресурсов в отечественном сельском хозяйстве. Вследствие этого проводить подобные работы полностью вручную при выращивании семян кукурузы стало затруднительно. Но дело не только в высокой стоимости техники для уборки семенной кукурузы, сложности возникают и на стадии переработки. Проблема в том, что на сегодняшний день в России насчитывается не более 7 современных заводов, которые производят семена хорошего качества.

Из-за всех этих трудностей производство кукурузы на семена на данный момент недостаточно развито в нашей стране. Поэтому большая часть семенного материала импортируется в Россию. Чтобы исправить сложившуюся ситуацию, весной 2011 года Министерство сельского хозяйства разработало «Стратегию развития селекции и семеноводства до 2020 года».

В России с каждым годом увеличиваются посевы кукурузы, и на сегодня они составляют более 3,5 млн. га. Это связано, прежде всего, с развитием животноводства, востребованностью культуры и, как следствие, повышением ее рентабельности.

Россия на 80% обеспечила свои потребности в свинине, мясе птицы, развивает молочное скотоводство. Последние пять лет в стране достаточно активно развивается мясное скотоводство. В сельскохозяйственном производстве, в условиях рыночной экономики наблюдается тенденция развития малых ферм и фермерских хозяйств. Последними считаются животноводческие предприятия или производственные подразделения небольших размеров (15-100 коров, 50-200 свиней). Проблемным является вопрос применения технологий и технических средств механизации приготовления и раздачи кормов, т.к. этот процесс составляет основную долю затрат труда (до 40% в общем балансе затрат) [3,4].

Анализ существующих технологий разделения початков

В технологиях уборки и переработки кукурузы ключевыми являются процессы съема, разделения вороха на очищенные и неочищенные початки. Рассматривая разделители, очистительные и молотильно-сепарирующие блоки в качестве главных конструктивных элементов, необходимо отметить, что улучшение их работы обеспечивает эффективность технологического процесса в целом.

К настоящему времени устройства для разделения еще не обеспечивают выполнения исходных требований к ним, а существующие кукурузоуборочные комбайны и початкоочистители не гарантируют стабильного качества обработки початков на уровне исходных требований и составляют 67-93% от них в течение периода уборки и для разных гибридов кукурузы. В связи с этим задача создания початкоразделителей не потеряла актуальности. Необходимость разработки принципиально новых технических решений для процессов разделения початков кукурузы, обоснованных теоретически и опирающихся на более глубокое исследование технологических свойств обрабатываемого растительного материала, очевидна и актуальна.



Рис. 1 – Ручная сортировка початков в семеноводстве

Задача послеуборочной обработки – получение семенного, продовольственного и фуражного зерна, отвечающего требованиям, предусмотренным стандартами.

При проведении уборки кукурузы в початках часть их освобождается от оберток в процессе отделения от стеблей. Поэтому для уменьшения объема работы по отделению оберток необходима

сортировка початков на очищенные и неочищенные. Последняя операция, как правило, проводится вручную. В связи с этим нами рассмотрен вопрос о возможности разделения початков перед их отправкой на початкоочистительные линии с учетом их архитектоники и физико-механических свойств.

Пневмомеханический початкоразделитель

Для повышения качества получаемых початков кукурузы необходим поиск новых технологических и технических решений. Одним из возможных направлений в этой области является создание высокопроизводительных устройств (початкоразделителей) для отделения очищенных от неочищенных початков перед подачей на очистители и после схода с них.

В 1967 году на кафедре с.-х. машин Кубанского сельскохозяйственного института Ивашковым В.Г. был разработан пневмомеханический способ разделения початков, основанный на просасывании воздуха при обтекании початка как в обертке, так и без обертки. По результатам исследований процесса обтекания воздуха были определены основные параметры пневмомеханической системы и изготовлена в 1970 году установка, схема которой приведена на рисунке 2 [1].

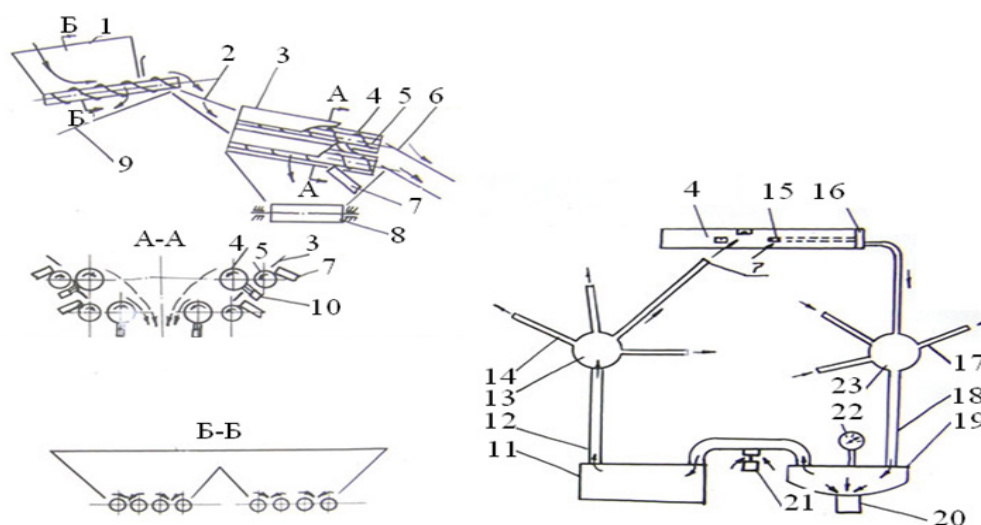


Рис. 2 –Схема пневмомеханического початкоразделителя

Початкоразделитель состоял из бункера-дозатора 1 с вальцовым днищем; сортировальных вальцов 4 с вакуумным распределителем 16; транспортирующих вальцов 5; скатных досок 2, 6, 9; напорного сопла 7; элеватора неочищенных початков 8; щитка 3; щетки 10 для очистки присосок; вакуум-баллона 19 с люком для выгрузки мусора 20; вакуумметра 22; регулятора 21; коллектора воздухораспределителя 13, 23; магистральных воздуховодов 12, 18; распределителей воздуха 14, 17; вакуумного насоса 11.

Для разделения початков нами предлагается проверить два варианта устройств: управляемую горку и электронное программируемое устройство с использованием программы кодового распознавания по цвету. В первом случае предлагается использовать изменение «шероховатости» по-

верхности горки, а во втором различие цветковых кодов очищенных и неочищенных початков кукурузы. (Исследования включены в планы НИР Кубанского государственного аграрного университета 2011–2015 гг. по теме ГР 01201153626).

Новизна математико-теоретических решений разделения початков подтверждается программами определения кода плотности по цветам (початок кукурузы в обертке), свидетельство №2009615580; определение кода плотности по цветам (початок кукурузы без обертки), свидетельство №2009615581 [2,3].

Одним из показателей, который может быть использован при решении этой задачи - это цветовой индекс початка.



Рис. 3 – Установка для разделения початков по кодам цветности

Использование программного обеспечения разделения материала по цветовому показателю даст возможность решить поставленную задачу по уменьшению затрат на процесс выделения очищенных от неочищенных початков и уменьшить их травмирование в процессе послеуборочной обработки [2,3].

Это предположение подтверждается исследованиями наличия хлорофилла в зерновках, которого в них весьма мало, что дает право утверждать, об использовании в качестве показателя именно наличия хлорофилла для разделения очищенных от неочищенных початков.

ANALYTICAL REVIEW OF CORNCOBS HEAPS SEPARATION ENGINEERING

Petunina Irina A., the doctor техн. sciences, the professor, petunina.ia60@mail.ru

Kotelevskaya Elena A., the master, the item the teacher, 9183119059@mail.ru

Federal state budgetary educational institution of the higher vocational training
«The Kuban state agrarian university»

As a result of the increased demand in many southern regions of the country, and also taking into account sanctions against Russia, the areas of crops of corn on grain have extended, total gathering of grain of corn has increased. The general area under crops of corn has increased in Krasnodar territory. Simultaneously with it demand for a seed material has increased. Necessity of working out of essentially new technical decisions for division cleared about crude ears of corn is obvious and actual. We offer to check up two variants of devices: an operated hill and the electronic programmed device with use of the program of code recognition on colour. In work the question on manual skills exception is considered at division of ears of seed corn on cleared and crude.

Key words: division of lots, a colour index of the ear, an operated hill, the electronic programmed device, a seed material

Literatura

1. Ivashkov, V.G. Issledovanie tekhnologicheskogo processa i obosnovanie parametrov rabochikh organov pnevmaticheskogo razdelitelya pochatkov kukuruzy [Tekst] : dis. ... kand. tekhn. nauk / V.G. Ivashkov. – Krasnodar, 1971.
2. Petunina, I.A. Vybora koda czvetovoy gammy dlya razdeleniya pochatkov [Tekst] / I.A. Petunina, E.A. Kotelevskaya // Sel'skiy mekhanizator. - 2014. - № 1(59). - S.14.
3. Petunina, I.A. Razdelenie pochatkov kukuruzy po kodu czvetovoy gammy [Tekst] / I.A. Petunina, E.A. Kotelevskaya // Mezhdunarodny zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. - 2013. - № 9. - S. 83-84.
4. Frolov, V.Yu. Povyshenie ehffektivnosti tekhnologicheskogo processa prigotovleniya i razdachi grubyykh kormov, sformirovannykh v rulony [Tekst] / V.Yu. Frolov, M.I. Tumanova // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - № 3. - S. 190.
5. Frolov, V.Yu. Klassifikaciya kormorazdatchikov [Tekst] / V.Yu. Frolov, M.I. Tumanova // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. - 2013. - № 7. - S. 18-19.

Заключение

В результате проведенных нами исследований было установлено, что неочищенные и очищенные початки имеют выраженную цветовую гамму синих тонов. Таким образом, используя разработанную методику программного обеспечения различия по цветовой гамме початков кукурузы, можно проводить разделение их без последующей доработки на токах.

Список литературы

- 1.Ивашков, В. Г. Исследование технологического процесса и обоснование параметров рабочих органов пневматического разделителя початков кукурузы [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / В. Г. Ивашков. – Краснодар, 1971.
2. Петунина, И. А. Выбор кода цветовой гаммы для разделения початков [Текст] / И. А. Петунина, Е. А. Котелевская // Сельский механизатор. - 2014. - № 1(59). - С.14.
3. Петунина, И. А. Разделение початков кукурузы по коду цветовой гаммы [Текст] / И. А. Петунина, Е. А. Котелевская // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2013. - № 9. - С. 83-84.
4. Фролов, В. Ю. Повышение эффективности технологического процесса приготовления и раздачи грубых кормов, сформированных в рулоны [Текст] / В. Ю. Фролов, М. И. Туманова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2013. - № 3. - С. 190.
5. Фролов, В. Ю. Классификация кормораздатчиков [Текст] / В. Ю. Фролов, М. И. Туманова // Техника и оборудование для села. - 2013. - № 7. - С. 18-19.



УДК 638.171.2

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ РАМОК ОТ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ СИЛАМИ

ЖУРАВЛЕВ Алексей Валериевич, аспирант каф. «Безопасность жизнедеятельности и энергетики», vik@ugsha.ru

СУТЯГИН Сергей Алексеевич, канд. техн. наук, доцент каф. «Безопасность жизнедеятельности и энергетики», vik@ugsha.ru

КУРДЮМОВ Владимир Иванович, д-р техн. наук, профессор каф. «Безопасность жизнедеятельности и энергетики», vik@ugsha.ru

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина

Пчеловодство – неотъемлемая часть агропромышленного комплекса нашей страны. Опыление пчелами энтомофильных растений увеличивает их урожайность. Кроме того, пчелы приносят большое количество очень полезных продуктов для жизни и здоровья человека, таких как мед, перга, прополис, воск, маточное молочко и другие. Полезный эффект от применения центробежной силы при переработке продуктов пчеловодства не должно ограничиваться откачкой меда. Возможно её использование в ряде других операций, например, при сушке перговых сотов, отделении воскоперговой массы от рамок и отделении восковой массы от рамки для последующей вытопки. В статье представлено теоретическое описание действия всех сил на частицы воскового сырья в процессе центрифугирования в радиальной медогонке, а также определены закономерности движения этих частиц.

Ключевые слова: восковое сырьё, центробежная сила, частица воскового сырья, сила внутреннего сцепления

Введение

Пчеловодство – неотъемлемая часть агропромышленного комплекса нашей страны. Опыление пчелами энтомофильных растений увеличивает их урожайность. Кроме того пчелы приносят большое количество полезнейших продуктов для жизни и здоровья человека, таких как мед, перга, прополис, воск, маточное молочко и другие.

Полезный эффект от применения центробежных сил в пчеловодстве используют давно - для откачки меда. Известны радиальные и хордиальные медогонки. Во время процесса откачки меда светлые соты (свежеотстроенные) при большой частоте вращения часто ломаются, что негативно сказывается на эффективности переработки продуктов пчеловодов. Правильное применение центро-бежной силы может помочь избавиться от довольно трудоемкой процедуры отделения восковой мас-сы от рамок перед вытапливанием [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Рассмотрим процесс центрифугирования рамок в радиальной медогонке, поскольку в ней центробежная сила довольно велика и, соответственно, процесс отделения меда от сотов занимает меньше времени [2, 3, 4, 5, 6].

Теоретическая часть

Математическое описание процесса очистки - довольно сложная задача, так как воск обладает весьма лабильными свойствами. Исходя из этого, примем следующие допущения [1]:

- в момент отделения воскового сырья от рамок оно удерживается на рамке только за счет

внутреннего сцепления;

- восковое сырьё движется вдоль направляющей боковой планки рамки.

Рассмотрим самый неблагоприятный случай, когда частица воскового сырья от начала и до конца будет двигаться вдоль боковой планки рамки.

Для определения закономерностей движения частицы воскового сырья по боковой планке рамки, рассмотрим расчетную схему (рис.).

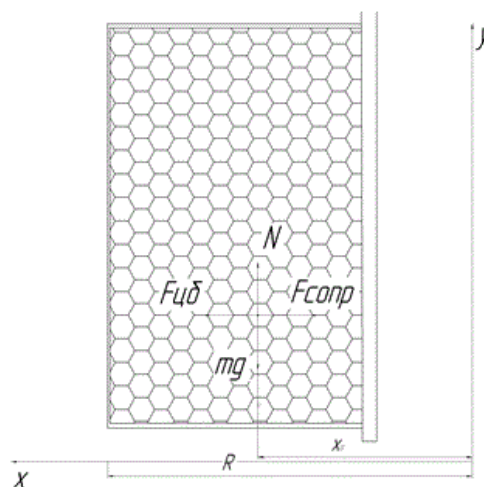


Рис. – Действие сил на частицу воска в процессе центрифугирования



Так как мы имеем дело с восковым сырьем, при его отрыве от боковых планок рамки возникают силы внутреннего сцепления, которые характеризуются коэффициентом внутреннего сцепления.

Спрогнозируем все силы, действующие на частицу воскового сырья, на координатные оси и составим дифференциальное уравнение движения частицы [1]:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -F_{цб} + F_{сопр}, \quad (1)$$

где m – масса элементарной частицы воскового сырья, кг;

$F_{цб}$ – сила инерции частицы, Н;

$F_{сопр}$ – сила сопротивления, обусловленная силами внутреннего сцепления воскового сырья, Н.

Сила инерции и сопротивления соответственно будут равны:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -m\omega^2 x + kV \quad (2)$$

где ω – циклическая частота, рад/с;

x – расстояние от частицы воскового сырья до оси вращения, м;

k – коэффициент внутреннего сцепления, Па·с/м;

V – скорость частицы, м/с.

Выразим скорость как производную перемещения:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -m\omega^2 x + k \frac{dx}{dt}. \quad (3)$$

Разделим уравнение (3) на m и получим:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{k}{m} \frac{dx}{dt} - \omega^2 x = 0. \quad (4)$$

$$\text{Пусть } 2n = \frac{k}{m}, \text{ следовательно } n = \frac{k}{2m};$$

Получим характеристическое уравнение:

$$\lambda^2 + 2n\lambda - \omega^2 = 0 \quad (5)$$

Корни этого уравнения будут иметь вид:

$$\lambda_1 = -n - \sqrt{n^2 - \omega^2}; \quad (6)$$

$$\lambda_2 = -n + \sqrt{n^2 - \omega^2}; \quad (7)$$

$$x = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t}. \quad (8)$$

Подставив в уравнение (8) $t = 0, x = x_0$, получим:

$$\begin{cases} x_0 = C_1 + C_2 \\ V_0 = C_1 \lambda_1 + C_2 \lambda_2 \end{cases} \quad (9)$$

Откуда

$$C_1 = \frac{\lambda_2 x_0 - V_0}{\lambda_1 - \lambda_2}; \quad C_2 = \frac{\lambda_1 x_0 - V_0}{\lambda_1 - \lambda_2}. \quad (10)$$

Подставим в уравнение (8) вместо C_1 и C_2 вычисленные значения, и найдем уравнение движения частицы воскового сырья в виде:

$$x = \frac{\lambda_2 x_0}{\lambda_1 - \lambda_2} \cdot \lambda_1 e^{\lambda_1 t} + \frac{\lambda_1 x_0}{\lambda_1 - \lambda_2} \lambda_2 e^{\lambda_2 t}. \quad (11)$$

Выполнив обратные замены и возможные преобразования, получим закон движения частицы воскового сырья под действием центробежных сил в зависимости от циклической частоты и времени вращения в общем виде [1]:

$$x = \frac{\omega^2 x_0 e^{\left(\frac{k}{2m} - \sqrt{\left(\frac{k}{2m} \right)^2 - \omega^2} \right) t}}{\sqrt{\left(\frac{k}{2m} \right)^2 - \omega^2}}, \text{ м.} \quad (12)$$

Заключение

Из формулы (12) следует, что при известном начальном положении частицы воскового сырья на расстояние от частицы воскового сырья до оси вращения при центрифугировании рамок в радиальной медогонке оказывают влияние такие факторы, как циклическая частота ω , коэффициент внутреннего сцепления k и масса элементарной частицы воскового сырья m . Полученный закон движения частицы воскового сырья в процессе центрифугирования применим при конструировании аналогичных по принципу работы установок, в том числе и в пчеловодстве.

Следует отметить, что применение центробежной силы в пчеловодстве не заканчивается только откачкой меда из рамок. С ее помощью можно ускорить процесс сушки перговых сотов. В последнее время все большее внимание уделяют применению отделителей воскоперговой массы от рамки для последующего извлечения из нее перги. Так же использование центрифуги при вытопке воска позволяет получить больший выход воска.

Список используемой литературы

1. Воронков, И. М. Курс теоретической механики [Текст] / И. М. Воронков. – М. : Наука, 1964. – 596 с.
2. Оптимизация режимов работы установки контактного типа при сушке зерна [Текст] / В. И. Курдюмов, М. А. Карпенко, А. А. Павлушин, С.А. Сутягин // Известия Международной академии аграрного образования. - 2013. - № 17. – С. 60-62.
3. Пат. 2549380 Российская Федерация, МПК F26B15/04 Устройство для сушки перговых сотов [Текст] / Курдюмов В. И., Павлушин А. А., Журавлёв А. В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО УГСХА им. П. А. Столыпина. – № 2014116334/06; заявл. 22.04.14; опубл. 27.04.15.
4. Бышов, Н. В. Исследование рабочего процесса вибрационного решета при просеивании воско-перговой массы [Текст] / Н. В. Бышов, Д. Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2013. - № 1. - С.160-162.
5. Бышов, Н.В. Экспериментальное исследование режимов циклической сушки перги в соте [Текст] / Н. В. Бышов, Д. Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2012. - № 5. - С. 283 - 285.



6. Бышов, Н. В. Вопросы энергосберегающей моно-граф. / Н. В. Бышов, Д. Е. Каширин. - Рязань, конвективной циклической сушки перги [Текст] : 2012. – 70 с.

THE QUESTION OF CLEANING FRAMEWORK WAX FEED CENTRIFUGAL FORCES

Kurdyumov Vladimir I. doctor of technical Sciences, Professor Department of Life Safety and Energy, vik@ugsha.ru;

Sutyagin Sergei A., candidate of technical Sciences, associate Professor Department of Life Safety and Energy, vik@ugsha.ru;

Zhuravlev Alexey V., postgraduate student Department of Life Safety and Energy, vik@ugsha.ru. Ulyanovsk State Agricultural Academy named after P.A.Stolypin

Beekeeping - an integral part of the agricultural sector of our country. Pollination by bees entomophilous plants increases their yield, besides a large number of bees bring naipolezneyshih products for human life and health, such as honey, pollen, propolis, beeswax, royal jelly and others. The use of centrifugal force in the processing of bee products should not be limited pumping honey. Perhaps its use in a number of other operations, such as drying pergovyh combs, branch voskopergovoy weight of the framework and wax separation from the masses of the framework for the subsequent melting out. The paper presents a theoretical description of the operation of all the forces on particles of wax raw materials in the process of centrifugation in a radial extractor and reconciliation of the law of motion of the particle.

Keywords: raw wax, centrifugal force, the particle waxy materials, internal bond strength.

Literatura

1. Voronkov I.M., Kurs teoreticheskoy mehaniki(11-e izdanie). M.:Nauka, 1964
2. Kurdjumov V.I. Optimizacija rezhimov raboty ustanovki kontaktnogo tipa prisushke zerna [Tekst] / Kurdjumov V.I., Karpenko M.A., Pavlushin A.A., Sutyagin S.A. //Izvestija Mezhdunarodnoj akademii agrar-nogo obrazovaniya №17 2013. – M. – S. 60-62.
3. Pat. RF 2549380 Rossijskaja Federacija, MPK F26B15/04 Ustrojstvo dlja sushki pergovyh sotov [Tekst] / Kurdjumov V.I., Pavlushin A.A., Zhuravljov A.V.; zajavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO UGSHA im. P.A. Stolypina – 2014116334/06, zajavl. 22.04.2014; opubl. 27.04.2015.
4. Byshov N.V. Issledovanie rabocheho processa vibracionnogo resheta pri proseivanii voskopergovoy massy [Tekst] / Byshov N.V., Kashirin D.E.// Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo universiteta № 1 2013. S.160-162.
5. Byshov N.V. JEksperimental'noe issledovanie rezhimov ciklicheskoj sushki pergi v sote [Tekst] / Byshov N.V., Kashirin D.E.// Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo universiteta № 5 2012. S.283-285.
6. Byshov N.V. Voprosy jenergosberegajushhej konvektivnoj ciklicheskoj sushki pergi [Tekst] / Byshov N.V., Kashirin D.E. // monografija, Rjazan', 2012.



УДК 556.114.679

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМИ ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

ВАСИЛЕНКОВ Валерий Федорович, д-р техн. наук, профессор кафедры природообустройства и водопользования, roivp@bgsha.com

ВАСИЛЕНКОВ Сергей Валерьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры природообустройства и водопользования, roivp@bgsha.com

ДЕМИНА Ольга Николаевна, канд. техн. наук, доцент кафедры природообустройства и водопользования, ol20nik@yandex.ru

ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет

МАЖАЙСКИЙ Юрий Анатольевич, д-р с.-х. наук, профессор, Рязанский государственный агро-технологический университет имени П. А. Костычева, mail@mntc.pro

МЕЛЬНИКОВА Елена Андреевна, канд. техн. наук, доцент кафедры экологии и природообустройства, ФГБОУ ВО Брянский государственный инженерно-технологический университет, melen-241@ya.ru

Целью исследований является совершенствование технологии поливов сельхозкультур на мелиоративных системах, создание оптимальных режимов подачи воды, рационализация использования водных ресурсов, разработка методов расчёта режимов орошения. Исследования проводились на оросительных системах, оснащённых современными дождевальными машинами. Почвы – дерново-подзолистые, супесчаные пылеватые. В ходе полевых обследований фиксировалась интенсивность дождя, образование поверхностного стока, проводились полевые опыты по впитыванию воды путём подачи её в кольца, врезанные в почву, замерялись капли дождя и отмечалось их воздействие на структуру почвы. Дозиметром измерялся гамма-фон на орошаемой площади. В производствен-

© Василенков В. Ф., Василенков С. Ф., Демина О. Н., Мажайский Ю. А., Мельникова Е. А., 2015г.



ных условиях изучались поливы сельскохозяйственных культур современной дождевальной техникой, что позволило выявить закономерности изменения влажности почвы под влиянием испарения, транспирации, впитывания дождя с поверхности почвы. Разработаны методы расчётов режимов орошения сельскохозяйственных культур, в основу которых положена математическая модель изменения влажности почвы в результате испарения и инфильтрации поливных вод и дождевых осадков. Дана методика прогнозирования сроков полива и определения продолжительности межполивных периодов. Приведён пример проектирования экономящих воду эксплуатационных режимов орошения для острозасушливого года при возделывании озимой пшеницы на супесчаных почвах Стародубского района Брянской области. Полевое обследование орошения картофеля показало, что при поливах дождевальной машиной Valley на дне борозд между картофельными гребнями образуется сток влаги даже при средней интенсивности подачи дождя. Замеры γ -фона на картофельном поле в конце поливного сезона выявили, что на гребнях γ -фон не превышает 17-20 мкР/час, а на дне борозд в 2 раза больше, достигая 35-37 мкР/ч. Проведенные нами опыты по определению впитывающей способности почвы на гребне и на дне борозды показали, что скорость впитывания на гребне в 10 раз выше, чем на дне борозды, достигая 5 мм/мин. Клубни картофеля формируются в гребне, и таким образом дождевание, способствуя очищению почв в гребнях от радионуклидов за счёт промывки, обеспечивает чистоту клубней. Но поливные нормы при этом должны быть небольшие, в пределах 60 м³/га, хотя впитывающая способность почвы позволяет вносить поливную норму до 200-450 м³/га. Таким образом, поливать нужно часто, малыми поливными нормами, с высокой интенсивностью дождя и впитывания. Для того чтобы увеличить скорость фильтрации в дно борозды, предотвратить поверхностный сток и усилить промывку цезия через дно борозды, последнюю нужно рыхлить культиватором. Предложена технология подготовки почвы под посев и посадку огородных культур. Предлагаемые технологии повышают урожайность картофеля на орошаемых полях, в том числе и за счёт предотвращения поверхностного стока, эрозии почв и экономного расходования воды; снижают дозу облучения и увеличивают продолжительность жизни. Применение рекомендуемого технологического процесса подготовки почвы к посадке картофеля обеспечивает рост урожайности в среднем на 20%.

Ключевые слова: оптимизация поливов, система орошения, вымыв цезия из почвы.

Введение

Оптимизация водного режима почвы достигается, прежде всего совершенствованием технологии полива, которая играет решающую роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, в эффективном использовании воды, удобрений, почвенно-климатических, материально-технических и энергетических ресурсов, обеспечения экологического оздоровления окружающей среды.

Современная дождевальная техника работает в автоматическом режиме, ориентирована на многоцелевое использование, применение компьютерных систем контроля и управления, максимальный учет природных условий.

В настоящее время в Брянской области стала применяться современная широкозахватная техника дождевания кругового и фронтального действия Valley, Reinke, T-L, Bauer. Возникла необходимость изучения особенностей ее применения в конкретных условиях Брянской области с ее характерными ландшафтами ополей и полесья, с расчленённостью рельефа до 2.5 км на км², с наличием радиоактивно загрязненных земель [1].

Определение оросительной нормы озимой пшеницы

В период развития орошаемого земледелия в

СССР и широкого строительства систем орошения оросительные нормы определяли из уравнения водного баланса поля [2]:

$$M = E - (\alpha P + \Delta W + W_{гр})$$

E – суммарное водопотребление;

αP – осадки, используемые растением;

ΔW – количество воды в корнеобитаемом слое;

$W_{гр}$ – подпитывание активного слоя почвы грунтовыми водами.

Суммарное водопотребление рекомендуется определять по формуле Н.Н. Иванова с поправкой Л.А. Молчанова, равной 0,8.

$$E = 0,0018(25+t)^2(100-a) \cdot 0,8$$

E – испаряемость за месяц, мм;

t – среднемесячная температура;

a – среднемесячная относительная влажность воздуха.

Суммарное водопотребление можно несколько уменьшить, введя биологические коэффициенты. Расчет оросительной нормы по описанной методике проведен для озимой пшеницы в Стародубском районе Брянской области (табл.1). Пшеница выращивалась в году 90 % обеспеченности, который по условиям увлажнения являлся остро засушливым.

Таблица 1 – Расчёт оросительной нормы по формуле $M = E - (\alpha P + \Delta W)$, грунтовые воды расположены глубоко

Дата	Средний суточный дефицит влажности воздуха 100-а, %	Средняя суточная температура воздуха за расчетный период t°C,	Суммарное водопотребление E_0 , мм $E_0 = 0,0018 \cdot (25+t)^2$	Недостаток водопотребления ΣE_0 , мм	Доступные запасы влаги в почве, $W = 10H(H_B - 0,7H_B)$, мм $H_B = 28\%$ от объема почвы мм	Осадки, мм
h=1,0 м						



Продолжение таблицы 1

01.04-10.04	49	11,1			84	14
11.04-20.04	37	7,8	23,5	23,5	84	13,1
21.04-30.04	58	11,7	46,08	69,58		7,3
01.05-10.05	72	17	74,9	144,5		0,4
11.05-20.05	73	20,4	88,8	233,3		-
21.05-31.05	52	15,6	50,6	283,9		26,1
01.06-10.06	39	18,5	43,5	327,4		34,8
10.06-20.06	58	19,3	67,1	394,5		11
21.06-30.06	61	21,3	77,1	471,6		0
01.07-10.07	54	18,4	60	531,6		7
				531,6*0,8=-25 425*0,9=382,7		
				382,7	84	100

Биологический коэффициент равен 0,9, оросительная норма $M=531,6*0,8*0,9-84-100=198,7$ м

Рекомендуемая методика определения эксплуатационного режима орошения озимой пшеницы

На кафедре природообустройства и водопользования Брянского ГАУ разработана математическая модель изменения запасов влаги в почве под влиянием впитывания с поверхности почвы осадков и испарения, имеющая вид:

$$\frac{dz}{dt} = \frac{\eta_1 H_B}{Z_\infty} (Z_\infty - Z)Z - DZ \quad (1)$$

Где Z – количество испарившейся влаги на момент времени t (мм);

H_B – запасы влаги в почве при наименьшей влагоемкости (мм);

η_1 – комплексный параметр, характеризующий скорость испарения (1/сут. мм);

Z_∞ – равновесное содержание влаги в иссушенном слое при $t \rightarrow \infty$

D – параметр, характеризующий скорость впитывания атмосферных осадков и поливных вод, (1/сут).

Интегрирование уравнения (1) позволяет найти аналитическое выражение для описания измене-

ния запасов влаги в почве во времени с момента начала поступления осадков в почву [3]:

$$Z = \frac{Z_{cm}}{1 + \frac{Z_{cm} - Z_0}{Z_0} e^{-(\eta_1 H_B - D)t}} \quad (2)$$

где $Z_{cm} = Z_\infty (1 - \frac{D}{\eta_1 H_B})$ – стационарное со-

держание влаги в почве при $t \rightarrow \infty$.

Математическая модель (1) описывает S-образные по форме кинетические кривые изменения запасов влаги в почве.

Параметры кривых $\eta_1 H_B - D$, Z_0 , Z_{ct} определяются при спрямлении начальных участков кривых снижения запасов влаги в пределах корнеобитаемого слоя, полученных по экспериментальным данным (рис.1).

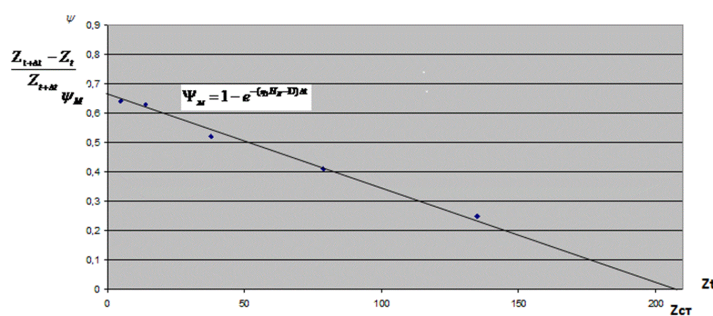


Рис. 1 – Определение параметров кинетической кривой $\eta_1 H_B - D$, Z_{ct} , Z_0

Методику определения параметров можно найти в монографии [4]. Система мониторинга влажности почвы компании Aqri 2 позволяет определять ежедневную влажность почвы на поле с выращиваемой культурой. Данные автоматически анализируются программой и отображаются в виде графиков на экранах компьютеров пользователя. Значение H_B получают по величине запасов влаги на начало вегетационного периода с учетом параметра Z_0 , величина которого в ходе расчетов регулярно корректируется в зависимости от вы-

падающих дождей. Используя найденные параметры, прогнозируют изменение запасов влаги, применяя зависимость (2) и определяют дату назначения поливов.

Согласно уравнению (2):

$$t = \frac{1}{\eta_1 H_B - D} \ln \frac{Z_k (Z_H - Z_{cm})}{Z_H (Z_k - Z_{cm})} \quad (3)$$

где Z_H – начальное значение иссушения почвы после проведения полива, мм;

Z_k – конечная величина иссушения почвы – тот



предел, при достижении которого проводится полив, мм.

Вода в почве должна обеспечивать высокий уровень интенсивности транспирации, т.к. с ней связано и поступление в растение элементов питания, и протекание биохимических реакций и др. По данным Роде А.А., 95% всей поступающей в растение воды расходуется в процессе транспирации [5]. Считается, что в интервале НВ-ВРК (наименьшая влагоемкость - влажность разрыва капилляров) влага для растений легко доступна и высокоэффективна, а в интервале ВРК-ВЗ (влажность завядания) – эффективность влаги для растений снижается.

Тем не менее, считаем необходимым процитировать слова Роде А.А.: «В интервале от НВ до ВРК растение, по-видимому, полностью обеспечено водой. Мы говорим «по-видимому», так как прямых опытных данных для этого интервала влажности не имеется».

В монографии Роде А.А. на рисунке 168 приведены интересные S-образные по форме кривые зависимости интенсивности транспирации T (мм/сут) от влажности почвы (% от объема) [4]. В ясный сухой день максимальная интенсивность транспирации кукурузы $T=6,4$ мм/сут при влажности почвы 34-37% (НВ=36%). В облачный день $T_{\max}=4,2$ мм/сут при влажности почвы 28-37%. В пасмурный день $T_{\max}=1,5$ мм/сут при влажности почвы 23-37%. Минимальная интенсивность транспирации и, соответственно, пологие участки S-образных кривых наблюдаются вблизи влажности завядания $B_3=22,5\%$. В жаркий день перегиб

кривой интенсивности транспирации с крутой на пологую происходит при влажности почвы 25% от объема или 0,7 НВ, в пасмурный день – при влажности 21% или 0,6 НВ. Анализ S-образных кинетических кривых снижения влажности почвы за счет суммарного водопотребления, полученных на сельскохозяйственных полях Рязанской и Брянской областей по многолетним данным метеостанций, подтверждает приведенные в монографии Роде А.А. данные.

Таким образом, в практическом отношении наиболее рациональным является такой режим периодических поливов, при котором полив назначается, когда степень иссушения почвы достигает $Z_k=0,7Z_{cm}$. Величина поливной нормы должна обеспечить остаточный дефицит влажности в почве после полива, равный $Z_H=(0,3-0,4)Z_{cm}$.

Подставим эти значения Z_H и Z_k в выражение (3), получим длительность межполивного периода:

$$t = \frac{1,25}{\eta_1 H_B - D}, \text{ сут}$$

Используя найденные параметры, прогнозируют изменение запасов влаги, применяя зависимость (2), и определяют дату назначения поливов. Результаты расчетов сведены в таблицу 2 и нанесены на график (рис. 2).

Сравнение оросительных норм, полученных по традиционной методике расчета и по предлагаемой методике, показывает существенную экономию воды при использовании нашей методики: $1987-1660=327 \text{ м}^3/\text{га}$.

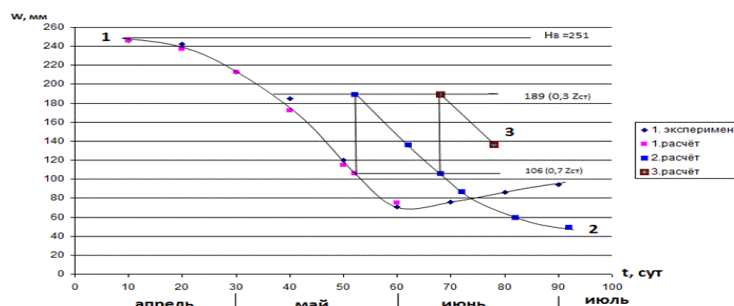


Рис. 2 – Эксплуатационный режим орошения озимой пшеницы в острозасушливом году 90% обеспеченности, г. Стародуб Брянской области. Поливные нормы $m_1=83 \text{ м}^3/\text{га}$, $m_2=83 \text{ м}^3/\text{га}$

Результаты исследований роли вегетационных поливов при вымыве цезия

Сотрудники кафедры природообустройства и водопользования БГАУ выполнили полевые работы для изучения роли производственных поливов при вымыве цезия из почв в нескольких хозяйствах загрязненных территорий [6-9].

Хорошим примером служит организация орошения в СХП «Решительный» (Новозыбского района Брянской области) [7]. После чернобыльской аварии здесь 10 лет осуществлялись поливы овощей и картофеля. Вода для орошения забиралась из реки Ипуть передвигной насосной станции СНП-50/80 и подавалась в напорный, существующий в настоящее время бассейн, по трубопроводу. Из бассейна передвигной насосной станции вода по разборным трубопроводам направлялась к дождевательным устройствам ДДН-70 и ПЗТ-67.

Полевые обследования проводились весной 2008 года. Почвы орошаемых земель дерновоподзолистые, легкосуглинистые. Поливы проводились регулярно, обильно, вносились калийные и аммиачные удобрения. Получали высокие урожаи овощей и картофеля. Измерения гамма-излучения и отбор проб для определения удельной активности осуществлялись на ранее поливаемых распаханных землях и на не поливаемых.

Средняя удельная активность по всем пробам почвы на орошаемых землях составила 1990 Бк/га и на нераспаханных – 5966 Бк/га , на неорошаемых рыхливищах междурядьях сада – 4949 Бк/га . Различия в удельной активности на поливных и не поливных землях (2959 Бк/к) существенно, несмотря на то, что овощи поливались в течение 10 лет после аварии не промывными, а оросительными нормами.



Таблица 2 – Расчёт режима поливов озимой пшеницы в острозасушливом году с 90% обеспеченностью, г. Стародуб

Дата/ Δt , сут.	Мощ- ность актив- ного слоя $H_{ст}$, м	H_B , мм	Исходные запасы влаги W_0 , мм	Недостаток влаги до H_B $Z_0 = H_B - W_0$, мм	$e^{-(\eta H_{B1} - D)t} =$ $e^{-0,108 \cdot t}$	$Z_{ст}, Z_{\infty}$ мм	$W =$ $H_B - Z_{\infty}$, мм	Z_t , мм	Осадки O , мм	Предполивные запасы влаги $W_m = W_{\infty} + 0,3 \cdot Z_{cm} =$ $43 + 0,3 \cdot 208 = 106,1 \text{ мм}$	Полив- ная норма, мм
Стародуб, озимая пшеница, при поливе доводим влажность почвы до $0,3 Z_{ст}$ с учётом имеющихся запасов влаги											
Слой почвы $h=1,0$ м. поливаем нормой 83 мм ($0,3 Z_{ст} - 0,7 Z_{св}$)											
1.04- 10.04	1,0	251	246	5		208	43	5	14	106	
11.04- 20.04	1,0	251	236,9	14,1	0,399	208	43	14,1	13,1	106	
21.04- 30.04	1,0	251	214,3	36,7	0,115	208	43	36,7	7,3	106	
01.05- 10.05	1,0	251	170,4	80,6	0,039	208	43	80,6	0,4	106	
11.05- 20.05	1,0	251	115,7	136	0,013	208	43	136	-	106	
21.05- 31.05	1,0	251	74+83=157	62	0,0045	208	43	176,3	26,1	106	83
1.06- 10.06	1,0	251	128,4	115		208	43				
34.8	106	83									
11.06- 20.06	1,0	251	112,5	164		208	43	164	11	106	
21.06- 31.06	1,0	251	84+83=167			208	43	191	0	106	
1.07- 10.07	1,0	251	112,4			208	43	202	7	106	



Кроме очистки почв, орошение благотворно влияет и на качество продукции. Повышение урожайности за счет орошений до трех раз способствует снижению содержания цезия на единицу растениеводческой продукции (происходит разбавление) [7].

Приведем некоторые результаты изучения поливов такой распространенной огородной культуры как картофель в Климовском районе на радиоактивно загрязненных землях в 2015 году. В Брянской области урожайность картофеля снизилась по сравнению с другими областями центра России и необходим переход на новые технологии [10,11].

Почвы оросительной системы – дерново-подзолистые, супесчаные полевые. Полевое обследование показало, что при поливах дождевальной машиной Valley на дне борозд между картофельными гребнями образуется сток влаги даже при средней интенсивности подачи дождя. Замеры γ -фона на картофельном поле в конце поливного сезона выявили, что на гребнях γ -фон не превы-

шает 17-20 мкР/час, а на дне борозд в 2 раза больше, достигая 35-37 мкР/ч. Проведенные опыты по определению впитывающей способности почвы на гребне и на дне борозды показали, что скорость впитывания на гребне в 10 раз выше, чем на дне борозды, достигая 5 мм/мин. Клубни картофеля формируются в гребне, и, таким образом, дождевание, способствуя очищению почв в гребнях от радионуклидов за счет промывки, обеспечивает чистоту клубней.

Непосредственной задачей режима орошения должно стать создание высоких скоростей фильтрации в гребнях картофеля, обеспечивающих десорбцию цезия и питательных элементов из диффузного слоя, сформированного на стенках капилляров. Но поливные нормы при этом должны быть небольшие, в пределах 60 м³/га, хотя впитывающая способность почвы позволяет вносить поливную норму до 200-450 м³/га. Таким образом, поливать нужно часто, малыми поливными нормами, с высокой интенсивностью дождя и впитывания (рис. 3).

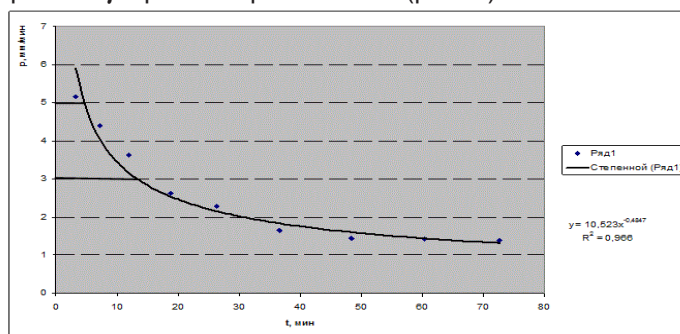


Рис.3 – Скорость впитывания воды в картофельный гребень на супесчаной почве в д. Сытая Буда Климовского района, рекомендуемые интенсивности дождевания 5-3 мм/мин, поливные нормы до 200-450 м³/га (слой дождя до 20-45 мм)

Рекомендуемая технология подготовки почвы к посеву огородных культур на примере посадки картофеля

Для того чтобы увеличить скорость фильтрации в дно борозды, предотвратить поверхностный сток и усилить промывку цезия через дно борозды, последнюю нужно рыхлить.

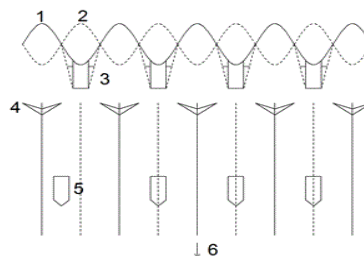
Механическая обработка почвы обычно осуществляется в основном орудиями с пассивными рабочими органами и, как правило, удовлетворительное крошение почвы достигается последовательным применением не менее трех различных орудий – плуга, бороны, культиватора. Это значительно увеличивает энергозатраты и способствует чрезмерному переуплотнению почвы.

Предлагается следующая технология [12]. Осенью на участке нарезаются гребни. Весной в предварительно нарезанных гребнях почва быстрее подсушивается и прогревается, что дает возможность высаживать клубни на 10-14 дней раньше и урожай повышается на 50 ц/га. Культиватор должен состоять из комбинированных рабочих органов: стрельчатых лап и окучников.

При работе стрельчатые лапы должны проходить между гребнями, нарезанными с осени. Их задача – разрушить плужную подошву и нарезать щели для увеличения скорости впитывания поливной воды (рис. 4).

Данный способ разрушения плужной подо-

швы уменьшает энергозатраты, т.к. лапы между гребнями работают на глубине 12-15 см, тогда как при традиционном способе их необходимо заглублять на 30-35 см. Одновременно с этим отвалы окучников смещают нарезанные с осени гребни в обе стороны и формируют их снова над щелями от следа лап. В результате щели будут находиться под рядками растений, что усилит скорость фильтрации воды через гребень.



1 – предварительно нарезанный гребень, 2 – окончательно нарезанный гребень, 3 – щель в дне борозды, выполненная рыхлителем на глубину 10-15 см, 4 – окучник, частично перемещающий гребень из положения 1 в положение 2, 5 – рыхлитель с ярусными рабочими органами, 6 – направление движения агрегата

Рис. 4 – Схема технологического процесса подготовки почвы к посадке картофеля культиватором КРН-4,2 А.



Выводы

Экономический эффект от применения предлагаемой технологии складывается из трех частей:

1.Повышение урожайности за счет предотвращения поверхностного стока и экономного расходования воды.

2.Предотвращение ущерба за счет снижения дозы облучения. Снижение дозы облучения на 1чел-Зв/год оценивается, как известно, в 20 тыс. евро.

3.Применение рекомендуемого технологического процесса подготовки почвы к посадке картофеля обеспечивает рост урожайности в среднем на 20%.

Список литературы

1. Современные проблемы радиологии в сельскохозяйственном производстве : моногр. / Н. М. Белоус, С. А. Бельченко, Н. М. Дубенок и др. – Рязань : Мещерский филиал ГНУ ВНИИГиМ Россельхоз академии, 2010. – 363 с.

2. Богушевский, А. А. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации [Текст] / А. А. Богушевский, А.И. Голованов, В.А. Кутергин и др. – М. : Колос, 1981. – 375с.

3. Василенков, В. Ф. Водосберегающий эксплуатационный режим орошения. /В.Ф. Василенков, Е.А. Мельникова // Актуальные проблемы экологии на рубеже третьего тысячелетия и пути их решения. Сб. материалов международной научно-практической конференции.- Брянск : ГСХА, 1999. – с. 657-659.

4. Василенков, С. В. Водохозяйственные реабилитационные мероприятия на радиоактивно загрязненных территориях [Текст] : моногр. / С. В. Василенков. – М. : МГУП, 2010. – 289 с.

5. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге [Текст] : моногр. / А. А. Роде. – Л. : Гидрометеиздат, 1965. – Т.1. – 663 с.

6. Василенков, В. Ф. Удаление радиации в загрязненных цезием населенных пунктах [Текст] / В. Ф. Василенков, С. В. Василенков // Проблемы

энергообеспечения, информации и автоматизации, безопасности и природопользования в АПК : сб. материалов междунар. научн.-практ. конф. – Брянск : ГСХА, 2014. – С. 66-77.

7. Василенков, С. В. Оптимизация использования систем орошения в радиационной зоне [Текст] / С. В. Василенков // Актуальные вопросы эксплуатации современных систем энергообеспечения и природопользования : сб. материалов IX междунар. научн.-технич. конф. – Брянск : ГАУ, 2015. – С. 26-30.

8. Василенков, С. В. Вымыв цезия -137 из почвы в населённых пунктах радиоактивно-загрязненной местности [Текст] / С. В. Василенков, О. Н. Дёмина // Экология урбанизированных территорий - 2009, -№ 4. – С. 59-64.

9. Василенков, С. В. Рекомендации по уменьшению удельной активности почв на территориях, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС [Текст] / С. В. Василенков, О. Н. Дёмина // Вестник МАН «Экология и безопасность жизнедеятельности». - 2012. – Т. 17. - № 3. - С. 79-82.

10.Ториков, В. Е. Рынок картофеля и овощей: проблемы и перспективы развития [Текст] / В. Е. Ториков, Т. Е. Родина // Вестник Брянской сельскохозяйственной академии. - 2005. – С. 65-68.

11.Кувшинов, Н. М. К вопросу совершенствования обработки почвы в юго-западных районах Брянской области, подвергшихся радиоактивному загрязнению [Текст] / Н. М. Кувшинов // Проблемы энергетики, природопользования : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – Брянск : ГСХА, 2010.

12. Лабух, В. М. Некоторые пути уменьшения уплотнения почвы при возделывании картофеля [Текст] / В. М. Лабух // Актуальные проблемы экологии на рубеже третьего тысячелетия и пути их решения : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – Брянск : ГСХА, 1999. – С. 706-707.

ECOLOGICAL AND ECONOMIC OPTIMIZATION OF THE OPERATIONAL IRRIGATION REGIME BY MODERN SPRINKLING MACHINES

Vasilenkov Valeriy F., Doctor of technical sciences, professor of the department of environmental engineering and water management, poivp@bgsha.com

Vasilenkov Sergey V., Candidate of technical sciences, docent of the department of environmental engineering and water management, poivp@bgsha.com

Demina Olga N., Candidate of technical sciences, docent of the department of environmental engineering and water management, ol20nik@yandex.ru

FSGEE HE Bryansk State Agricultural University

Magaitskiy Youriy A. Doctor of technical sciences, professor, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, mail@mmtc.pro

Melnikova Elena A., Candidate of technical sciences, docent of the department of environmental engineering, FSGEE HE Bryansk State University of engineering and technology, melen-241@ya.ru

The aim of the research is to improve the technology of crop irrigation on reclamation systems, creation of optimum modes of water supply, rationalization of the use of water resources, development of methods of calculation of irrigation regimes. Studies were conducted on irrigation systems, equipped with modern sprinkling machines. Soils are sod – podzolic, silty loam. During field surveys intensity of rain and surface runoff formation were recorded, field experiments on the absorption of water by filing it in the ring, embedded in soil, were carried out, the raindrops and their effect on soil structure were measured. Gamma background was measured by the dosimeter in irrigated area. Crop irrigation with modern sparkle machines was studied under production conditions, that allowed to reveal the patterns of soil moisture changes influenced by evaporation, transpiration, absorbed the rain with the soil surface. Calculation methods of crop irrigation regimes are given, which based on the mathematical model of soil moisture change in evaporation and infiltration as a result of irrigation water and rainfall. It is given the method of forecasting the timing of irrigation and determining the duration of irrigation interval. There is described the example of design of water-saving irrigation for the



operating conditions of arid year at winter wheat cultivation on sandy soils Starodubskiy district. Field survey of irrigation potatoes showed that with irrigation by sprinkler Valley at the bottom of the furrows between the potato ridges formed the water runoff even at an average flow rate of rain. Measurements of gamma background on the potato field at the end of the irrigation season revealed that the ridges of gamma background did not exceed 17-20 mR / hr, and at the bottom of furrow in 2 times higher, reaching 35-37 mR / hr. Our experiments of absorptency of the soil on the ridge and furrow bottom showed that the rate of absorption at the crest in 10 times higher than at the bottom of the groove, reaching 5 mm / min. Potato tubers form on the ridge and thus the irrigation of soil cleanses ridges from radionuclides by washing, ensuring the purity of tubers. But irrigation rates in this case should be small, in the range of 60m³/ha, although the absorption capacity of the soil allows you to make irrigation rates to 200-450m³/ ha. Thus, you need to water often by small irrigation rates, with a high intensity of rain and absorbing rate. In order to increase the rate of filtration in the bottom of the trench it is needed to prevent the water runoff and enhance the cesium leaching through the bottom of the furrow, the latter need to loosen by the tiller. It is given the technology of soil preparing for sowing and planting of vegetable crops. Proposed technologies increase the yield of potatoes in irrigated fields, including the expense of prevention of surface runoff, soil erosion and water saving; reduce radiation dose and increase life expectancy. Using of the recommended process in order to prepare the ground for planting potatoes provides higher yields by an average of 20 %.

Key words: optimization of irrigation, irrigation system, cesium leaching from the soil

Literatura

1. Sovremennye problemy radiologii v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve : monogr. / N.M. Belous, S.A. Bel'chenko, N.M. Dubenok i dr. – Ryazan' : Meshcherskiy filial GNU VNNIGiM Rossel'khoz akademii, 2010. – 363 s.
2. Bogushevskiy, A.A. Sel'skokhozyaystvennye gidrotekhnicheskie melioracii [Tekst] / A.A. Bogushevskiy, A.I. Golovanov, V.A. Kutergin i dr. – M. : Kolos, 1981. – 375 s.
3. Vasilenkov, V.F. Vodoberegayushchiy ehkspluatatsionnyy rezhim orosheniya. / V.F. Vasilenkov, E.A. Mel'nikova // Aktual'nye problem ehkologii na rubezhe tret'ego tysyacheletiya i puti ikh resheniya. Sb. Materialov mexhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii. – Bryansk : GSKhA, 1999. – s. 657-659.
4. Vasilenkov, S.V. Vodokhozyaystvennye meropriyatiya na radiaktivno zagryaznennykh territoriyakh [Tekst] : monogr. / S.V. Vasilenkov. – M. : MGUP, 2010. – 289 s.
5. Rode, A.A. Osnovy ucheniya o pochvennoy vlage [Tekst] : monogr. / A.A. Rode. – Л. : Gidrometeoizdat, 1965. – T.1. – 663 s.
6. Vasilenkov, V.F. Udaleniye radiatsii v zagryaznennykh ceziem naselennykh punktakh [Tekst] / V.F. Vasilenkov, S.V. Vasilenkov // Problemy ehnergoobespecheniya, informacii i avtomatizacii, bezopasnosti i prirodopol'zovaniya v APK : sb. materialov mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. – Bryansk : GSKhA, 2014. – S. 66-77.
7. Vasilenkov, S.V. Optimizatsiya ispol'zovaniya system orosheniya v radiacionnoy zone [Tekst] / S.V. Vasilenkov // Aktual'nye voprosy ehkspluatatsii sovremennykh system ehnergoberezheniya i prirodopol'zovaniya : sb. materialov IX mezhdunar. nauchn.-tekhnich. konf. – Bryansk : GAU, 2015. – S. 26-30.
8. Vasilenkov, S.V. Vymyv ceziya-137 iz pochvy v naselennykh punktakh radiativno-zagryaznennoy mestnosti [Tekst] / S.V. Vasilenkov, O.N. Dyomina // Ehkologiya urbanizirovannykh territoriy - 2009, - № 4. - S. 59-64.
9. Vasilenkov, S.V. Rekomendatsii po umen'sheniyu udel'noy aktivnosti pochvy na territoriyakh, postradavshikh ot avarii na Chernobyl'skoy AEhS [Tekst] / S.V. Vasilenkov, O.N. Dyomina // Vestnik MAN «Ehkologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti». - 2012. – T. 17. - № 3. - S. 79-82.
10. Torikov, V.E. Rynok kartofelya i ovoshchey: problem i perspektivy razvitiya [Tekst] / V.E. Torikov, T.E. Rodina // Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy akademii. - 2005. – S. 65-68.
11. Kuvshinov, N.M. K voprosu sovershenstvovaniya obrabotki pochvy v yugo-zapadnykh rayonakh Bryanskoy oblasti, podvergshikhsya radioaktivnomu zagryazneniyu [Tekst] / N.M. Kuvshinov // Problemy ehnergetiki, prirodopol'zovaniya : sb. materialov mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. – Bryansk : GSKhA, 2010.
12. Labukh, V.M. Nekotorye puti umen'sheniya uplotneniya pochvy pri vozdeystvii kartofelya [Tekst] / V.M. Labukh // Aktual'nye problem ehkologii na rubezhe tret'ego tysyacheletiya i puti ikh resheniya. Sb. Materialov mexhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii. – Bryansk : GSKhA, 1999. – s. 706-707.





УДК 629.3.014.2631.3

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗЕРНОВУЮ МАССУ

ПАЩЕНКО Василий Михайлович, д-р биол. наук, профессор кафедры электротехники и физики, vas-pashhenko@yandex.ru

ПЫЛАЕВА Оксана Николаевна, ст. преподаватель кафедры электротехники и физики, pylaeva.oksanka@mail.ru

МЕНЬШОВА Татьяна Васильевна, аспирант кафедры электротехники и физики, tatyanmenshov@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Современная система мероприятий по борьбе с вредителями хлебных запасов, таких как долгоносик амбарный, долгоносик амбарный кукурузный, долгоносик рисовый, долгоносик рисовый широкохоботный и др. включает в себя такие мероприятия, как карантинные мероприятия, профилактические мероприятия и так называемые истребительные мероприятия. К карантинным мероприятиям относятся тщательный досмотр и обеззараживание грузов содержащих зерно и зернопродукты. К профилактическим мероприятиям следует относить применение достижений селекционной науки для выращивания растений с семенами, устойчивыми к воздействию со стороны вредных насекомых. Комплекс истребительных мероприятий классифицируют в зависимости от метода подавления жизненной активности: биологический метод, группа физико-механических методов и группа химических методов. И исследования показывают, что физико-механические методы еще далеко не исчерпали своих возможностей.

Ключевые слова: хлебные вредители, физико-механические методы борьбы, скорость лобового удара, всхожесть.

Введение

Современная система мероприятий по борьбе с вредителями хлебных запасов, таких как долгоносик амбарный, долгоносик амбарный кукурузный *Sitophilus zeamais* Motsch, долгоносик рисовый *Sitophilus oryzae*, долгоносик рисовый широкохоботный *Caulophilus oryzae* Gill включает в себя такие меры, как: карантинные мероприятия, профилактические мероприятия и так называемые истребительные мероприятия.



Рис.1 – Зерно, зараженное основным вредителем хлебных запасов – амбарным долгоносиком

К карантинным мероприятиям относятся: тща-

тельный досмотр и обеззараживание грузов, содержащих зерно и зернопродукты, в особенности импортных; выявление, локализация и уничтожение вредителей объектов внутреннего карантина; недопущение отгрузки зараженного зерна и зернопродуктов и их дальнейшей транспортировки.

К профилактическим мероприятиям следует относить: применение достижений селекционной науки для выращивания растений с семенами, устойчивыми к воздействию со стороны вредных насекомых; строгое соблюдение предписаний санитарного режима; комплекс мер по недопущению проникновения вредителей в продовольственные запасы; использование комплекса абиотических факторов, таких как регулирование влажности, регулирование температурного режима, регулирование газовоздушного состава атмосферы.

Комплекс истребительных мероприятий целесообразно классифицировать в зависимости от способа подавления жизненной активности: биологический способ, группа физико-механических способов и группа химических способов.

Биологический способ заключается в возможности дезинсекции зерна путём использования для этой цели различных насекомых-хищников и паразитов самих зерновых вредителей. Однако в настоящее время биологические методы не дают достаточно хороших результатов и пока не могут быть рекомендованы как эффективные способы снижения зараженности зерна.

Физико-механические способы включают в себя применение различных типов ловушек; применение устройств для механической очистки и сепарирования [1,2,3]; низко- и высокотемпературную термическую дезинсекцию, включающую сушку с использованием солнечной энергии, энергии инфракрасных лучей, энергию токов высокой частоты. Способы механической очистки являются наиболее простыми и дешевыми средствами борьбы с амбарными вредителями, преимуще-

© Пащенко В.М., Пылаева О. Н., Мельникова Т. В., 2015г.



ством которых являются безопасность и возможность применения в любых условиях без затрат на дополнительное оборудование.

Химический способ, включающий в себя использование инсектицидов, акарицидов, репеллентов, аттрактантов, гормонов путем опрыскивания, опыливания, аэрозольной обработки, фумигации, применения отравленных приманок. Но применение этих способов ограничивается опасностью в пожарном отношении и отрицательным действием на семенные и товарные качества зерна.

Материалы и методы

Для исследований применялось зерно пшеницы «Московская-39», выращенное на полях ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области и искусственно зараженное долгоносиком до III степени зараженности (более 10 долгоносиков на 1 кг зерна). Зараженность зерна определялась по ГОСТ 13586.6-93 «Зерно. Методы определения зараженности вредителями», ГОСТ 27559-87 «Мука и отруби. Метод определения зараженности и загрязненности вредителями хлебных запасов». Окрашивание зерен для выявления содержания в них яиц производилось красителем анилиновым голубым. В исследованиях применялся микроскоп Биомед-1 с увеличением 40X. Фото и видеосъемка проводились на камеру Sony Cyber Shot DSN-H5.

Механический способ уничтожения жизненных форм долгоносиков основан на представлении о том, что при достаточно сильном ударе насекомого о преграду он погибнет. В отличие от перечисленных ранее методов борьбы с вредителями, данный способ позволяет рассчитывать как на гибель явных жизненных форм вредителя, так и скрытых, вследствие упругого сжатия зерна при соударении с преградой. При этом предполагается, что удар, приводящий к гибели жизненных форм вредителя, не должен приводить к повреждению самого зерна. Известно, что максимально допустимая скорость при соударении зерна с твердым отражателем лежит в пределах 21-22 м/с. При большей скорости происходит травмирование зерна [8]. Механическое разрушение и уничтожение жизненных форм долгоносика происходит от соударения при скорости более 6 м/с [9]. Следовательно, угловая скорость вращения вертикального вала должна соответствовать скорости соударения зерновой массы цилиндрического отражателя в интервале от 6 до 20 м/с. Оптимальным значением для надежной работы устройства был выбран интервал от 15 до 20 м/с.

Полученные данные подвергали статистической обработке на ПК в программе MS Excel. Производилось определение средних значений, среднего квадратичного отклонения и ошибки средней арифметической. Для сравнения значений в экспериментальных и контрольных партиях использовался критерий (t) Стьюдента. За уровень достоверности была принята вероятность различия 95% ($P < 0,05$).

Экспериментальная часть

Для проведения исследований на кафедре электротехники и физики ФГБОУ ВО РГАТУ были созданы экспериментальные установки по ис-

следованию механического способа подавления жизненной активности хлебных вредителей, предназначенные для подбора наиболее оптимальных параметров режима работы в зависимости от физико-биологических параметров каждой партии зерна.

Эксперименты, проведенные на экспериментальных установках по исследованию механического способа подавления жизненной активности хлебных вредителей, позволили обосновать ряд параметров работы устройства, создаваемого для реализации данного способа.

Большое значение было уделено изучению траектории, по которой двигался зерновой поток после вылета с разбрасывающего диска с радиальными пластинами. Изучение проводилось с использованием метода ускоренной съемки и последующего анализа с применением временных маркеров. Было установлено, что при линейной скорости отрыва от диска 20-22 м/с угол удара с первичным отражателем составлял 82-89°. Эксперименты многократно проводились на разбрасывающем диске в различных режимах работы, с частичным подкрашиванием зерен. При этом были экспериментально выявлены особенности прохождения различных объемов зерновой массы через центробежный разбрасыватель а зависимости от числа радиальных пластин, диаметра диска и скорости его вращения (результаты экспериментов в стадии математической обработки для выработки общих рекомендаций по практическому использованию предложенного метода). Вообще вопрос траектории движения зерна представляет очень значительный интерес, так как процесс соударения зерна с отражателем очень важен для сохранения качеств зерна. Теоретический расчет показывает (будет опубликовано в дальнейшем), что соударение зерна яровой пшеницы при лобовой скорости удара об отражатель 20 м/с на 80% приходится на концевые части зерна (при этом возможные повреждения зерна минимальны, а яиц и личинок жуков максимальны) и на 20% – на боковые. Взрослые формы вредителей вследствие сильного парашютирования, как правило, встречаются с отражателем концевыми частями, что их особенно сильно травмирует. При этом аэродинамические особенности полета у семян различных культур может очень сильно различаться.

Для уточнения технического облика разрабатываемого устройства для подавления жизненной активности хлебных вредителей была разработана его трехмерная компьютерная модель, представленная на рисунке 2. Устройство для уничтожения вредителей зерна содержит загрузочный бункер 1, поддон с каналом для отведения зерновой массы 2 и ударный механизм с приводом; последний выполнен в виде установленного на вертикальном валу разбрасывающего диска 3 с закрепленными на его рабочей поверхности радиальными пластинами 4, при этом вокруг разбрасывающего диска расположен неподвижный отражатель в виде цилиндра 5, охватывающего по окружности разбрасывающий диск. Для вторичного отражения на краю разбрасывающего диска установлены сферические пластины 6.

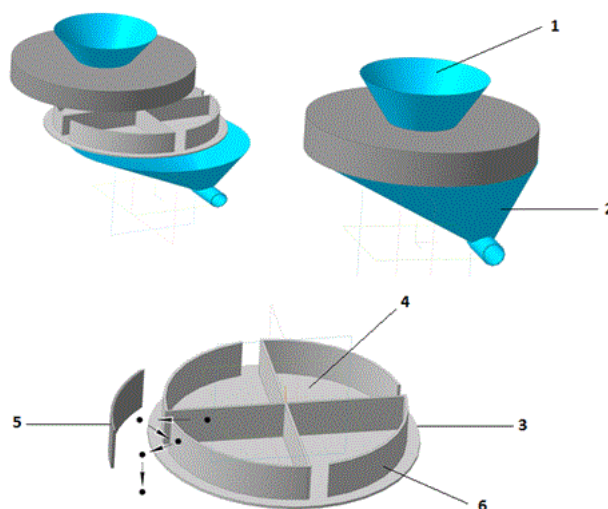


Рис. 2 – Компьютерная модель устройства для механического подавления жизненной активности хлебных вредителей и его основных элементов

Работа осуществляется следующим образом. Зерновая масса, зараженная вредителями, в частности, амбарным долгоносиком в различных его жизненных формах, поступает в загрузочный бункер 1 с дозатором. Через дозатор проходит заданное количество зерновой массы, определяемое производительностью устройства, при этом поток зерна сужается и направляется в середину разбрасывающего диска 3. При вращении вертикального вала под действием центробежных сил радиальные пластины направляют зерно на цилиндрический отражатель 5 через щелевые отверстия, образованные сферическими пластинами 6. После удара и отражения от отражателя 5 зерновая масса испытывает вторичное отражение от сферических пластин 6, попадает в сборник зерна и выводится из установки по выводящему каналу 2.

Сила механического удара зерен и содержащихся в массе вредителей о поверхность цилиндрического отражателя регулируется в процессе работы устройства в зависимости от состояния зерновой массы и жизненных форм вредителей путем изменения скорости вращения вертикального вала.

При этом скорость вращения вала с разбрасывающим диском выбирают соответствующей линейной скорости соударения зерна о поверхность цилиндрического отражателя в интервале от 15 до 22 м/с. Последующие действия с зерновой массой зависят от ее дальнейшего использования. Например, при использовании зерна в пищевых целях можно выделить из массы останки долгоносиков аэродинамическим способом.

На основе предварительных экспериментальных результатов было разработано устройство, которое уже могло использоваться в производственных испытаниях. Разработанное устройство было собрано на базе мастерских ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии г. Рязани, где и производились его производственные испытания на базе разбрасывателя минеральных удобрений Л-116, который был агрегирован с трактором МТЗ 82 с максимальной частотой вращения ВОМ 540 об/

мин.

На рисунках 3, 4, приведены основные результаты производственных испытаний. Из рисунка 3 вытекает, что полное уничтожение взрослых форм вредителей происходит при частоте ВОМ (вала отбора мощности) примерно 350 об/мин, что соответствует лобовой скорости столкновения зерновой массы с первичным отражателем примерно 18-19 м/с. Визуальное микроскопическое изучение жуков показывает, что их гибель при данных условиях связана с их полным механическим разрушением: оторваны конечности, деформирован хитиновый покров и т.п. Однако из этого же рисунка следует, что даже при полном уничтожении взрослых форм выживают примерно 20 % яиц, локализованных в самих зернах. Для их уничтожения обороты ВОМ уже необходимо повысить до 450 об/мин. Но из рисунка 4 следует, что при этой частоте начинается быстрое дробление зерна, что резко снижает его дальнейшие посевные и пищевые возможности.

Таким образом, можно сделать вывод, что для полного механического уничтожения всех жизненных форм амбарного долгоносика и сохранения посевных и пищевых качеств зерна пшеницы частота вращения ВОМ на разработанной производственной установке должна составлять примерно 450 об/мин.

Между тем, проведенные исследования позволили выявить еще одну особенность установки, которая изначально не учитывалась и оказалась интересной неожиданностью. Аспирантка Меньшова Т.В. изучала сохранность пищевых и посевных качеств зерен пшеницы после обработки, в том числе, и по всхожести зерен. Результаты представлены на рис. 4. Неожиданно выяснилось, что всхожесть зерен относительно контроля убывает при нарастании частоты ВОМ до 150 об/мин, а затем нарастает и превышает контроль при частоте 350 об/мин. При этом семена, обработанные при частоте ВОМ 350 об/мин, набухали и прорастали заметно быстрее контрольных. Визуальные микроскопические исследования с подкрашиванием обработанных зерен показали, что, начиная с



частоты оборотов ВОР 150-200 об/мин на семенной оболочке начинают формироваться микротрещины, которые вполне могут выступать в роли капилляров. При частоте обработки 300-350 об/мин их число становится максимально визуально различимым и достигает величины 3-5 микротрещин на площадь семенной оболочки 1 мм². При дальнейшем нарастании оборотов ВОР микротрещины начинают объединяться, семенная оболочка начинает крошиться и эффект капиллярности исчезает. Согласно формуле Борелли-Жюрена, эффект капиллярности заметно может наблюдаться только при достаточно малых размерах проводящих трубок или щелей.

Убывание всхожести при оборотах ВОР до 150 об/мин можно объяснить тем, что микротрещины на семенной оболочке еще не формируются, но происходит уплотнение оболочки вследствие ударов об отражатель и, как следствие, водопоглощающая способность семенных оболочек снижается.

Проращивание контрольных и обработанных семян в чашках Петри в целом подтверждают эту гипотезу. Из рисунка 4 следует, что скорость прорастания именно у семян, обработанных при частоте вращения ВОР, равной 350 об/мин, является наивысшей, а время прорастания, соответственно, наименьшим.

Посев партий контрольных семян и обработанных при различных оборотах ВОР показало, что именно проростки семян, обработанных при частоте ВОР 350 об/мин первыми достигают поверхности, т.е. их всхожесть и скорость прорастания явно выше контроля. Однако при достижении фазы двух листьев и далее визуальных различий между контрольными зернами и обработанными

уже не наблюдалось. Изучение последующих поколений М² и М³ обработанных и контрольных семян показало отсутствие различий в их развитии, цветении и урожайности.

Обнаруженный эффект повышения всхожести и скорости прорастания механически обработанных семян может иметь важное самостоятельное значение. Зерно пшеницы, как и любой биологический организм, является очень высокоупорядоченной системой, эволюционно настроенной на определенные условия существования и развития. Так как эти условия непредсказуемо меняются, то система эволюционно настроена на какие-то усредненные параметры внешней среды. Однако при резких аномалиях внешних параметров биологическая система оказывается в очень неблагоприятных условиях, так как не подготовлена к ним. По отношению к зернам пшеницы это означает, что в засушливый год для них может быть важным наименьшее время достижения поверхности почвы, чтобы начал функционировать механизм фотосинтеза. Обработка семян предложенным механическим адаптером непосредственно в процессе посева может этому способствовать.

Заключение

Проведенные производственные испытания разработанного механического адаптера показали целесообразность дальнейшего изучения его возможностей и оптимизации для двух классов задач:

- подавления жизненных форм хлебных вредителей;
- повышения всхожести семян и скорости прорастания.

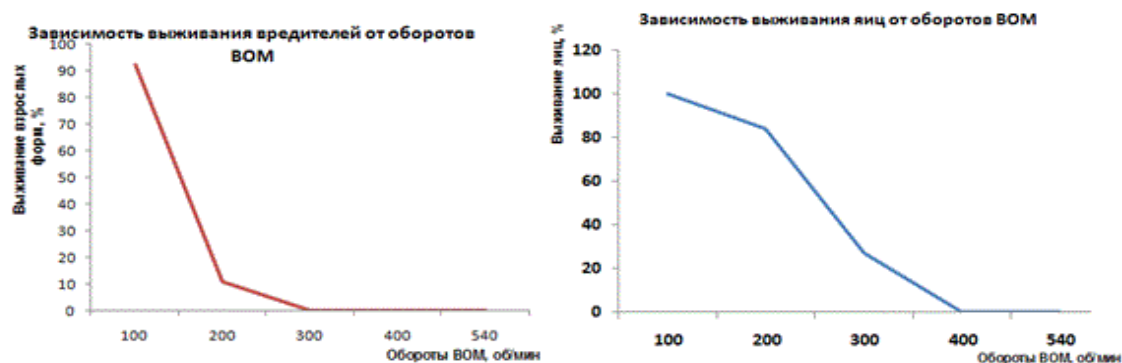


Рис. 3 – Зависимости выживания хлебных вредителей от числа оборотов ВОР (слева) и зависимость выживания яиц хлебных вредителей от числа оборотов ВОР (справа)

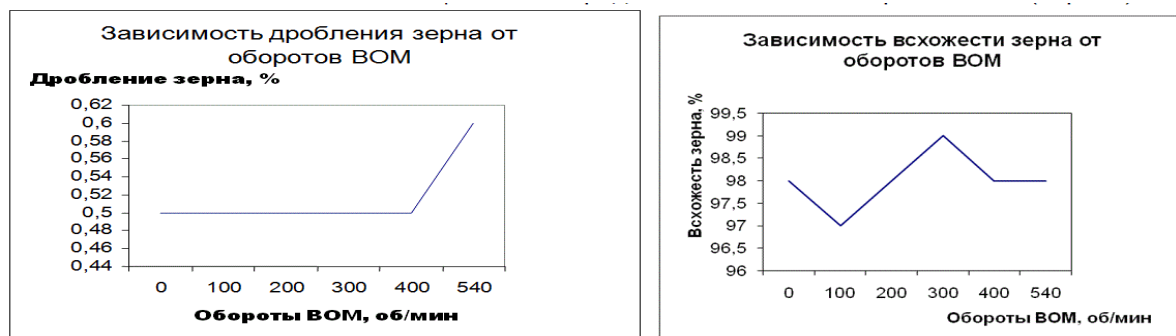


Рис. 4 – Зависимости дробления зерна от оборотов ВОР (слева) и всхожести зерна от оборотов ВОР (справа)



Рис. 5 – Испытания устройства для подавления жизненной активности хлебных вредителей на базе ГНУ ВНИИМС г. Рязань



Рис. 6 – Устройство для подавления жизненной активности хлебных вредителей на демонстрационной площадке ВДНХ (ВВЦ) г. Москва

Список литературы

1. Пат. 68860 Российская Федерация, МПК U1 A01M 17/00. Устройство для уничтожения вредителей зерна [Текст] / В. М. Пащенко, О. Н. Пылаева, И. А. Бадыкшанова ; заявитель и патентообладатель Рязанская гос. с.-х. академия. - № 2008128987/22 ; заявл. 15.07.08 ; опубл. 10.02.09, Бюл. № 4 (II ч.). – 2 с.: ил.
2. Пат. 80311 Российская Федерация, МПК U1 A01M 17/00. Устройство для уничтожения вредителей зерна [Текст] / В. М. Пащенко, О. Н. Пылаева, И. А. Бадыкшанова ; заявитель и патентообладатель Рязанский гос. агротехнол. ун-т. - № 2007127175/22 ; заявл. 16.07.07 ; опубл. 10.12.07, Бюл. № 4. – 2 с.: ил.
3. Пат. 2517834 Российская Федерация, МПК U1 A01M 17/00. Устройство для механической переработки зерновой массы [Текст] / В. М. Пащенко, О. Н. Пылаева, Т. В. Меньшова, В. А. Макаров ; заявитель и патентообладатель В.М. Пащенко. - 2013103328/13 ; заявл. 24.01.13 ; опубл. 10.06.14, Бюл. № 16. – 2 с.: ил.
4. Пащенко, В. М. Возможные применения центробежного адаптера в агрономии [Текст] / В. М. Пащенко, О. Н. Пылаева, Т. В. Меньшова // Материалы Международной научно-практ. конф. «Переработка и управление качеством сельскохо-

зяйственной продукции», Минск 21-22 марта 2013 года. – Минск : БГАТУ, 2013.

5. Методы повышения всхожести семян [Текст] / В. М. Пащенко, Э. В. Клейменов, О. Н. Пылаева, Т. В. Меньшова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2013. - № 2(18). – С. 69-73.

6. Пащенко, В. М. Механический центробежный адаптер для воздействия на зерновую массу [Текст] / О. Н. Пылаева, В. М. Пащенко, Т. В. Меньшова // Материалы международной научно-практ. конф. «Научное обеспечение АПК в условиях реформирования» – Спб.: СПбГАУ, 2013. - Ч. 1. – 436 с.

7. Пащенко, В. М. Устройство для уничтожения амбарных вредителей зерна [Текст] / В. М. Пащенко, О. Н. Пылаева, Т. В. Меньшова // Сельский механизатор. - 2013. - № 5. – С. 22-23.

8. Тарасенко, А. П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке [Текст] / А. П. Тарасенко. – Воронеж : ВГАЧ, 2003. - 331 с.

9. Закладной, Г. А. Защита зерна и продуктов его переработки от вредителей [Текст] / Г. А. Закладной. – М. : Колос, 1983. - 170 с.



THE DEVICE FOR MECHANICAL INFLUENCE ON GRAIN WEIGHT

PASHCHENKO Vasily M., Doctor of Biological Science, Full Professor of Electric Engineering and Physics Faculty

PYLAEVA Oksana N., Senior Teacher of Electric Engineering and Physics Faculty

MENSHOVA Tatyana V., Aspirant of Electric Engineering and Physics Faculty

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The modern system of measures against grain pests like granary weevil, corn granary weevil, rice weevil, rice wide snout weevil, etc. includes activities such as quarantine measures, preventive measures, and the so-called destructive measures. One can attribute thorough inspection and decontamination of goods containing cereals and their products to quarantine measures. Preventive measures should include the use of selection achievements to cultivate plants with seeds that are resistant to pests. The complex destructive activities are classified according to the method of vital activity suppression: the biological method, a group of physical and mechanical methods and chemical methods. Investigations have shown that the physical and mechanical methods have not exhausted their potential.

Key words: cereal pest, physical mechanical methods of controlling, frontal collision speed, viability.

Literatura

1. Pat. 68860 Rossiyskaya Federaciya, MPKU1 A01M 17/00. Ustroystvo dlya unichtozheniya vreditel'ey zerna [Tekst] / V.M. Pashchenko, O.N. Pylaeva, I.A. Badykshanova ; zayavitel' i patentoobladatel' Ryazanskaya gos. s.-kh. akademiya. - № 2008128987/22 ; zayavl. 15.07.08 ; opubl. 10.02.09, Byul. № 4 (II ch.). - 2 s.: il.
2. Pat. 80311 Rossiyskaya Federaciya, MPKU1 A01M 17/00. Ustroystvo dlya unichtozheniya vreditel'ey zerna [Tekst] / V.M. Pashchenko, O.N. Pylaeva, I.A. Badykshanova ; zayavitel' i patentoobladatel' Ryazanskiy gos. agrotekhnol. un-t. - № 2007127175/22 ; zayavl. 16.07.07 ; opubl. 10.12.07, Byul. № 4. - 2 s.: il.
3. Pat. 2517834 Rossiyskaya Federaciya, MPKU1 A01M 17/00. Ustroystvo dlya mekhanicheskoy pererabotki zernovoy massy [Tekst] / V.M. Pashchenko, O.N. Pylaeva, T.V. Men'shova, V.A. Makarov ; zayavitel' i patentoobladatel' V.M. Pashchenko. - 2013103328/13 ; zayavl. 24.01.13 ; opubl. 10.06.14, Byul. № 16. - 2 s.: il.
4. Pashchenko, V.M. Vozmozhnye primeneniya centrobezhnogo adaptera v agronomii [Tekst] / V.M. Pashchenko, O.N. Pylaeva, T.V. Men'shova // Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakt. konf. «Pererabotka i upravlenie kachestvom sel'skohozyaystvennoy produkcii», Minsk 21-22 marta 2013 goda. - Minsk : BGATU, 2013.
5. Metody povysheniya vskhozhesti semyan [Tekst] / V.M. Pashchenko, Eh.V. Kleymenov, O.N. Pylaeva, T.V. Men'shova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. - 2013. - № 2(18). - S. 69-73.
6. Pashchenko, V.M. Mekhanicheskiy centrobezhny adapter dlya vozdeystviya na zernovuyu massu [Tekst] / O.N. Pylaeva, V.M. Pashchenko, T.V. Men'shova // Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakt. konf. «Nauchnoe obespechenie APK v usloviyakh reformirovaniya» - SPb.: SPbGAU, 2013. - Ch. 1. - 436 s.
7. Pashchenko, V.M. Ustroystvo dlya unichtozheniya ambarnykh vreditel'ey zerna [Tekst] / V.M. Pashchenko, O.N. Pylaeva, T.V. Men'shova // Sel'skiy mekhanizator. - 2013. - № 5. - S. 22-23.
8. Tarasenko, A.P. Snizhenie travmirovaniya semyan pri uborke i posleuborochnoy obrabotke [Tekst] / A.P. Tarasenko. - Voronezh : VGACH, 2003. - 331 s.
9. Zakladnoy, G.A. Zashchitazernai produktov ego pererabotki ot vreditel'ey [Tekst] / G.A. Zakladnoy. - M.: Kolos, 1983. - 170 s.





УДК 631.347

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «ФРЕГАТ» НА СКЛОНОВЫХ ПЛОЩАДЯХ

РЯЗАНЦЕВ Анатолий Иванович, д-р техн. наук, профессор кафедры сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, ryazantsev.41@mail.ru

АНТИПОВ Алексей Олегович, канд. техн. наук, ст. преп. кафедры машиноведения, Государственный социально-гуманитарный университет, antipov.aleksei2010@yandex.ru

Доказано, что эффективность применения дождевальных машин (ДМ) определяется надежностью технологического процесса, снижающейся из-за чрезмерного скатывания на уклонах тележек машины, и аварийных остановок ДМ. Приведены результаты лабораторно-полевых исследований по оптимизации выбега тележек при их скатывании и скольжении. Даны рекомендации по повышению показателя надежности технологического процесса полива на склоновых участках посредством усовершенствования тормозной системы ДМ и оптимизации схемы установки пневматических шин по направленности почвозацепов.

Ключевые слова: дождевальная машина, склоновые участки, скатывание тележек, механический тормоз, пневматические шины.

Введение

Установлено, что при работе ДМ «Фрегат», оснащенной пневматическими шинами, в условиях склоновых участков происходит снижение её производительности (на 18-20%) за счёт интенсивного скатывания ходовых тележек и, как следствие, изгиба трубопровода более допустимого значения по техническим условиям (ТУ) 0,60 м, вызывающего (при торможении и скольжении) срабатывание гидравлической защиты, аварийную остановку машины и нарушение технологического процесса полива.

В связи с вышеизложенным актуальной представляется задача разработки технических и технологических решений по повышению показателя надежности технологического процесса полива ДМ в условиях склоновых участков [1,2].

Исследование процесса скатывания тележек дождевальной машины

Проведенные исследования позволили установить, что надежность работы ДМ «Фрегат» на уклонах, определяемая исключением срабатывания гидрозащиты, в большей степени обуславливается величиной выбега l её тележек, зависит, как видно из графика (рис. 1) и регрессивного выражения (1), от значения скорости их движения во время торможения и сцепных свойств шин с почвой.

$$l = 0,58 - 2,51 \cdot \varphi_c + 0,74 \cdot V + 2,55 \cdot \varphi_c^2 - 0,83 \cdot \varphi_c \cdot V + 0,59 \cdot V^2, \quad (1)$$

где: φ_c – коэффициент сцепления шин с почвой,

V – скорость движения тележек ДМ во время торможения.

Допустимая величина выбега тележек (не более 0,60 м) обеспечивается в наиболее тяжелых почвенных условиях при коэффициенте сцепления не менее 0,4, определяемом изменением

направленности почвозацепов шин и усовершенствованием тормозной системы посредством оптимизации её регулировочных параметров и механизма зацепления.

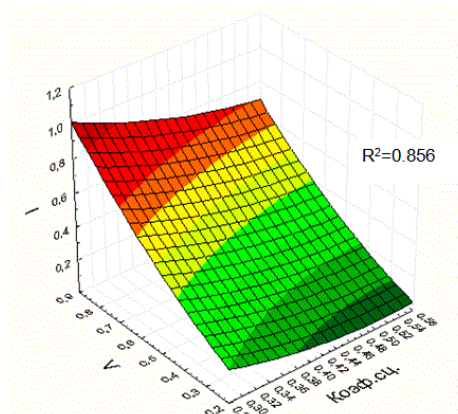
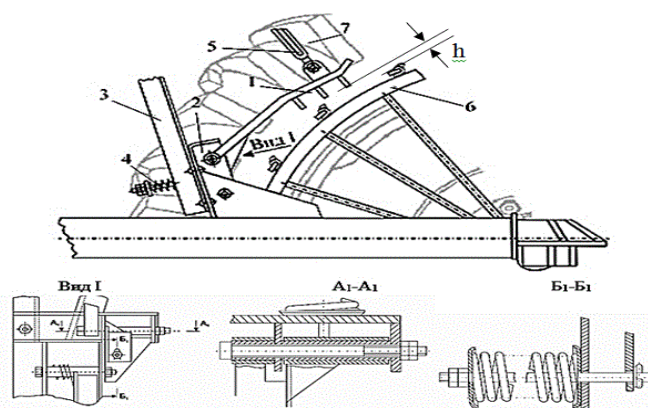


Рис. 1 – Зависимость величины выбега тележек l от скорости их скатывания и коэффициента сцепления её ходовых систем с почвой φ_c

Последнее обеспечивается при увеличении расстояния h между рычагом тормоза и упором приводного кольца пневматического колеса до 7,0-14 мм и увеличении количества зубьев на рычаге до трех (рис. 2) [3].

Лабораторно-полевые исследования и производственные испытания дождевальной машины «Фрегат» с усовершенствованной тормозной системой и схемами установки шин проводились в ПНО «Пойма» Луховицкого района Московской области на участке, используемом в качестве пастбища крупного рогатого скота и орошаемом вышеуказанной машиной марки ДМ 454-100.



1 – рычаг; 2 – кронштейн; 3 – рама; 4 – пружина; 5 – трос; 6 – приводное кольцо; 7 – пневмоколесо

Рис. 2 – Конструктивная схема усовершенствованной тормозной системы ДМ «Фрегат»

Участок находится в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения. Климат в районе проведения испытаний умеренно-континентальный: характеризуется теплым летом, умеренно-холодной зимой с устойчивым снежным покровом, и хорошо выраженными переходными сезонами. Средняя температура января: $-8,5^{\circ}\text{C}$, минимальная: -34°C . Лето жаркое и, как правило, сухое. В весенне-летний период относительная влажность преимуще-

ственно низкая и средняя. Температура воздуха достигает $+30, +35^{\circ}\text{C}$. Среднемесячное количество осадков в летний период (с мая по сентябрь) по среднемноголетним данным составляет 50-55 мм, а максимальное их значение не превышает 70-75 мм; общее количество осадков, выпадающее за лето – 300-375 мм, относительная влажность воздуха – 60-70 %.

Таблица – Показатели эксплуатационно-технологической оценки усовершенствованной ДМ «Фрегат»

Наименование показателей для модификации	Значение показателей	
	усовершенствованной	серийной
Хозяйство	ПНО «Пойма», Луговичский район, МО	ПНО «Пойма», Луговичский район, МО
Марка дождевальная машины	«Фрегат» ДМ 454-100	«Фрегат» ДМ 454-100
1. Условия и режим работы – тип почвы	супесчаные пойменно-алювиальные (дерновые)	супесчаные пойменно-алювиальные (дерновые)
– уклон поля: общий местный	до 0,01 до 0,05	до 0,01 до 0,05
– температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$	+18	+21
– скорость ветра, м/с	1,4	1,2
– наименование культуры	многолетние травы	многолетние травы
– норма полива	500	500
– твердость почвы кПа	100-120	100-120
– влажность почвы после полива, %	18,0-25,0	18,5-25
2. Фактический календарный период работы	10.05-5.08.13	10.05-5.08.13
3. Время чистой работы, ч (хронометражем)	105	105
4. Время сменной работы, ч (хронометражем)	118	143
5. Технологические простои (время заполнения трубопровода водой), ч	0,80	0,80
6. Коэффициент технологического обслуживания, K_1	0,990	0,990
7. Простой из-за нарушения технологического процесса (из-за срабатывания гидравлической защиты), час	0	20,0
8. Коэффициент надежности технологического процесса K_2	1,0	0,840
9. Время, затраченное на техническое обслуживание (тех уходы во время смены), час	4,0	4,0



10. Коэффициент технического обслуживания машины, K_3	0,960	0,960
11. Простой из-за технических неисправностей (поломки, деформации, нарушение регулировок), ч	6,0	6,0
12. Коэффициент эксплуатационной надёжности, K_4	0,945	0,945
13. Коэффициент использования рабочего времени смены, $K_{см}$	0,895	0,735
14. Объем выполненной работы, час: – по плану – фактический (расчетный) – в том числе, с хронометражем	315 354 118	315 429 143
15. Производительность за 1 час, га: – чистой работы – технологического времени – сменного времени	0,68 0,67 0,61	0,68 0,56 0,50

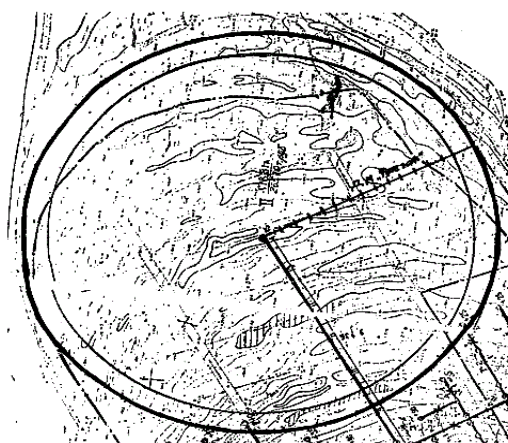


Рис. 3 – План опытного орошаемого участка машиной «Фрегат» (ПНО «Пойма» Луховицкого района Московской области)

Заключение

Обеспечение высоких эксплуатационно-технологических показателей ДМ «Фрегат» на пневматических шинах, в условиях склоновых земель, определяется усовершенствованием системы торможения машины и изменением направленности почвозацепов её пневматических колес [4].

Список литературы

1. Рязанцев, А. И. Постановка тормозов на дождевальную машину [Текст] / А. И. Рязанцев, Н. Я. Кириленко, А. О. Антипов // Сельский механизатор. – 2013. – № 6.
2. Рязанцев, А. И. Торможение «Фрегата» на уклонах / А. И. Рязанцев, Н. Я. Кириленко, А. О. Антипов [Текст] // Сельский механизатор. – 2014. – № 7.

3. Пат. 144001 Российской Федерации, МПК A01G25/09. Многоопорная дождевальная машина кругового действия [Текст] / А. И. Рязанцев, Н. Я. Кириленко, А. О. Антипов. – № 2014115759; заявл. 18.04.14; опуб. 10.08.14. – Бюл. №22. – 2 с.

4. Торможение дождевальной машины «Фрегат» на склоновых участках [Текст] / А. О. Антипов, А. И. Рязанцев, И. Б. Тришкин, Н. Я. Кириленко, Ю. Н. Тимошин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2015. – № 1.

5. Рязанцев, А.И. Проходимость многоопорных дождевальных машин [Текст] / А.И. Рязанцев. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2015. – 237 с.

ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF SPRINKLING MACHINES "FREGAT" ON SLOPING AREAS

Ryazantsev Anatoly I., doctor of technical Sciences, Professor of the Department of agricultural, road and special machines, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, ryazantsev.41@mail.ru

Antipov Alexey O., candidate of technical Sciences, senior lecturer of the Department of mechanical engineering, State social-humanitarian University, antipov.aleksei2010@yandex.ru



It is proved that the efficacy of DM is determined by the reliability of the technological process, decreasing due to excessive rolling on slopes trucks machinery and emergency stops DM. The results of laboratory and field studies on optimization of run-on trucks when they are rolling and sliding. Recommendations to increase process reliability of irrigation on sloping areas through the improvement of the braking system DM and optimization of the installation layout of pneumatic tyres in the direction of pacotaco.

Key words: irrigation system, slope areas, rolling carts, mechanical brake, pneumatic tyres.

Literatura

1. Ryazancev, A.I. Postanovka tormozov na dozhdeval'nyu mashimu [Tekst] / A.I. Ryazancev, N.Ya. Kirilenko, A.O. Antipov // Sel'skiy mekhanizator. – 2013. – № 6.
2. Ryazancev, A.I. Tormozhenie «Fregata» na uklonakh / A.I. Ryazancev, N.Ya. Kirilenko, A.O. Antipov [Tekst] // Sel'skiy mekhanizator. – 2014. – № 7.
3. Pat. 144001 Rossiyskaya Federaciya, МРКА01G25/09. Mnogoopornaya dozhdeval'naya mashina krugovogo deystviya [Tekst] / A.I. Ryazancev, N.Ya. Kirilenko, A.O. Antipov. – № 2014115759; zayavl. 18.04.14; opubl. 10.08.14. – Byul. №22. – 2 s.
4. Tormozhenie dozhdeval'noy mashiny «Fregat» na sklonovykh uchastkakh [Tekst] / A.O. Antipov, A.I. Ryazancev, I.B. Trishkin, N.Ya. Kirilenko, Yu.N. Timoshin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2015. – № 1.
5. Ryazancev, A.I. Prokhodimost' mnogoopornykh dozhdeval'nykh mashin [Tekst] / A.I. Ryazancev. – Ryazan': FGBOU VPO RGATU, 2015. – 237 s.



УДК 638.171.2

К ВОПРОСУ ПРЕССОВАНИЯ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ ВЫТОПКИ

ХМЫРОВ Виктор Дмитриевич, д-р техн. наук, профессор каф. «Технологические процессы и техносферная безопасность», hmjrov@mail.ru

ГРЕБЕННИКОВА Татьяна Владимировна, аспирантка каф. «Технологические процессы и техносферная безопасность», grebenkova@mail.ru

ХАТУНЦЕВ Павел Юрьевич, магистрант каф. «Технологические процессы и техносферная безопасность», hatunchev@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

ТИМОФЕЕВ Антон Николаевич, магистрант кафедры «Технические системы в АПК», Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Воск – ценный продукт пчеловодства. В России производится около 30 тыс. тонн воска, а также экспортируется из-за рубежа около 700 тонн воска, недостающего многим отраслям промышленности. Решение проблемы возможно благодаря внедрению на пасеках и в пчеловодческих хозяйствах более эффективных и современных устройств вытопки воска. Повысить выход воска во время процесса вытопки можно благодаря отжиму разваренной мервы. В статье приведено теоретическое исследование возможности и качества прессования и выбраны рациональные параметры шнека конусовидной формы для отпрессовки разваренного воскового сырья в процессе его вытопки. Получение большего количества воскового сырья позволит нарастить производство воицины, без достаточного количества которой невозможен рост числа и качества пчелиных семей. Применение отжима воскового сырья шнеком конусовидной формы позволяет увеличить выход массы вытопленного воска на 20%.

Ключевые слова: воск, разваренное восковое сырье, шнековый пресс.

Введение

Воск – ценный продукт пчеловодства. В России производится около 30 тыс. тонн воска, а также экспортируется из-за рубежа около 700 тонн воска, недостающего многим отраслям промышленности. Решение проблемы возможно благодаря внедрению на пасеках и в пчеловодческих хозяйствах более эффективных и современных

устройств вытопки воска. Повысить эффективность процесса вытопки можно благодаря отжиму разваренной мервы [1,2,3].

В настоящее время прессование разваренного воскового сырья производят при помощи винтовых, гидравлических прессов. Недостатками винтовых прессов является малая нагрузка на сырье во время прессования (развиваемое давле-



ние не превышает 2 кг на 1 см² площади плиты). А гидравлические прессы используются только на крупных воскозаводах за рубежом из-за высокой стоимости оборудования. Выход из ситуации возможен благодаря отжиму разваренного воскового сырья в шнековом прессе конусовидной формы. Такой пресс будет проводить отжим порциями и создавать высокое давление на сырье (развиваемое давление – 20 кг на 1 см²) [6-11]. Для обоснования прессования таким способом было произведено теоретическое исследование.

Обоснование основных параметров шнекового пресса

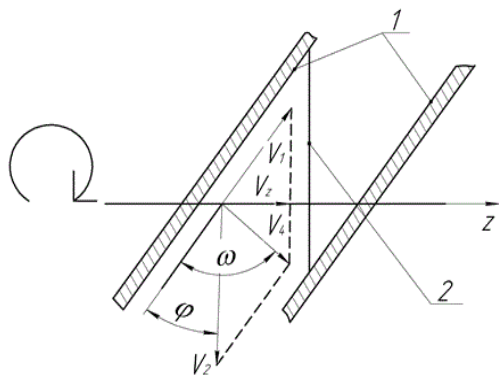
При работе шнекового пресса должны быть указаны технологические, геометрические и кинематические параметры.

К технологическим параметрам относятся количество жидкого воска в продукте и производительность пресса, к геометрическим – внутренний диаметр корпуса, шаг витков, конусность вала шнека, длина зоны уплотнения и глубина шнекового канала. Частота вращения шнека является кинематическим параметром.

Производительность пресса – один из основных показателей, который учитывается при выборе того или иного устройства.

Для получения формулы производительности шнекового пресса рассмотрим движение частицы вблизи стенок корпуса. Вектор скорости движения

этой частицы $\bar{V}_4$ можно представить в виде суммы вектора скорости движения её относительно шнека $\bar{V}_1$ и вектора скорости движения относительно стенок корпуса $\bar{V}_2$ (рис.1).



1 – боковая поверхность витка шнека; 2 – поперечное сечение витка шнека

Рис.1 – диаграмма скоростей движения частиц твёрдой фазы в межвитковом канале шнекового пресса

Составляющей производительности процесса продвижения материала по Г. Шенкелю [5,6,7] считается аксиальная составляющая вектора скорости частицы $\bar{V}_4$. Он предлагает рассчитывать производительность по формуле:

$$G_i = V_z \cdot F_0 \quad (1)$$

где G_i – производительность шнекового пресса, м³/с;

V_z – аксиальная составляющая вектора скорости частицы, м/с;

F_0 – площадь поперечного сечения шнекового канала, м².

Аксиальная составляющая V_z определяется из выражения

$$V_z = \pi D_{cp} \cdot n \cdot \sin \varphi \cos \varphi (1 - \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{ctg} \omega) \quad (2)$$

где D_{cp} – средний диаметр поперечного сечения шнековой камеры, м;

n – частота вращения шнека, мин⁻¹;

φ – угол подъема винтовой линии шнека, град;

ω – угол между направлением движения материала и плоскостью боковых поверхностей винтовой нарезки, град.

Площадь поперечного сечения F_0 канала для шнека с цилиндрическим валом шнека определяется из выражения:

$$F_0 = \frac{e \cdot h}{\sin \varphi} \quad (3)$$

где e – ширина шнекового канала, м;

h – глубина шнекового канала, м.

Однако в нашем случае вал шнека выполнен конусным (рис. 2), толщина слоя воскового сырья (глубина шнекового канала) в любом сечении определяется из выражения:

$$h = h_0 + (L - z) \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (4)$$

где h_0 – начальная толщина слоя, м;

L – длина конусного вала шнека, м;

z – глубина малого гребня, м;

α – угол конусности, град.

Подставив данное соотношение в формулу (3), получим выражение для определения площади поперечного сечения в прессе с конусным валом шнека:

$$F_0 = \frac{e \cdot [h_0 + (L - z) \cdot \operatorname{tg} \alpha]}{\sin \varphi} \quad (5)$$

Средний диаметр шнековой камеры можно выразить как:

$$D_{cp} = D - 2h \quad (6)$$

Подставив соотношения (4), (5) и (6) в формулу (1), получим выражение для определения объемной производительности:

$$G_i = \pi (D - 2h) \cdot n \cdot e [h_0 + (L - z) \cdot \operatorname{tg} \alpha] \cdot \cos \varphi \cdot (1 - \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{ctg} \omega) \quad (7)$$

Выражение (7) позволяет рассчитать объемную производительность шнекового пресса. При расчетах шнекового прессового оборудования используют обычно массовую производительность. Для того чтобы получить массовую производительность, необходимо объемную умножить на плотность исходного материала.

Анализ выражения (7) показывает, что повысить производительность пресса можно в основном двумя способами – увеличением диаметра шнековой камеры и повышением частоты вращения шнекового органа. Однако, учитывая то, что ширина шнекового канала связана с диаметром следующей зависимостью [5-11]: $b = \pi D \cdot \sin \varphi$, первый способ более эффективен, так как диаметр

шнековой камеры в зависимости (7) входит в квадрат, а частота вращения в первой степени. При этом на увеличение последней накладываются ограничения, вытекающие из получения отжатого продукта с требуемым количеством жидкой фазы.

Диаметр шнека или корпуса является основным фактором, влияющим на производительность шнекового пресса. Поэтому диаметр корпуса определяют из формулы производительности (7).

От правильного выбора угла конусности вала зависит количество жидкого воска, отжимаемого из продукта. Определим угол конусности для пресования сжатой твердой фазы.

Ранее были приняты допущение, что влажность твердой фазы изменяется за счет уменьшения пористости. При этом частицы твердой фазы рассматривались как несжимаемые, а деформация являлась только результатом сближения частиц материала.

Из механики грунтов известно соотношение [6]:

$$\varepsilon_i = \varepsilon_0 - \frac{\Delta n_i}{m_T}, \quad (8)$$

где ε_i – относительная деформация твердой фазы;

ε_0 – коэффициент пористости разваренного воскового сырья;

Δn_i – изменение объема пор в материале, м³;

m_T – объем твердых частиц в материале, м³.

Ввиду того, что объем материала изменяется за счет уменьшения пор, изменение объема пор в шнековом прессе можно выразить через объем твердой фазы в начале и конце камеры:

$$\Delta n_i = V_1 - V_2 \quad (9)$$

где V_1, V_2 – объем твердой фазы соответственно в начале и конце шнековой камеры, м³.

Объем твердых частиц в материале можно определить, используя [9]:

$$V_{уд} = \frac{1}{1 + \varepsilon}, \quad (10)$$

где $V_{уд}$ – удельный объем твердых частиц, отн. ед.

Используя соотношение (10), объем твердых частиц во всем объеме твердой фазы представим:

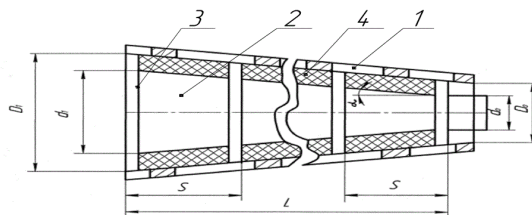
$$m_T = \frac{1}{1 + \varepsilon_0} \cdot V_1 \quad (11)$$

Подставляя в соотношение (8) значения Δn_i и m_T получим относительное изменение объема:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1 + \varepsilon_0}{1 + \varepsilon_1} \quad (12)$$

Изменение объемов в начале и конце камеры можно определить как изменение объемов, заключенных между первым и вторым, последним и предпоследним витками шнека. Условно развернем боковые грани витков до перпендикулярного положения по отношению к корпусу (рис. 2). Полагаем при этом, что объем материала в витках не изменяется, тогда его вычисление упростится. Из рисунка видно, что продукт, заключенный между

корпусом и валом шнека, равен разности объемов усеченного конуса корпуса и усеченного конуса шнека.



1 – корпус; 2 – вал шнека; 3 – витки шнека; 4 – твердая фракция

Рис. 2 – Схема к расчёту угла конусности вала шнекового пресса

Объем слоя твердой фазы V_1 заключенный между первым и вторым витками шнека, определится по соотношению

$$V_1 = \frac{\pi}{8} \cdot S_{\text{ш}} \cdot [D_1^2 + (D_1 - 2S_{\text{ш}} \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2] - \frac{\pi}{8} \cdot S_{\text{ш}} \cdot [d_1^2 + (d_1 - 2S_{\text{ш}} \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2],$$

где D_1 – начальный внутренний диаметр корпуса, м³;

$S_{\text{ш}}$ – шаг спирали шнека, м;

d_1 – начальный диаметр конусного вала шнека, м;

α – угол наклона образующей вала шнека, град.

Аналогично определяется объем V_2 , заключенный между последним и предпоследним витками шнека. Он соответственно равен

$$V_2 = \frac{\pi}{8} \cdot S_{\text{ш}} \cdot [D_0^2 + (D_0 + 2S_{\text{ш}} \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2] - \frac{\pi}{8} \cdot S_{\text{ш}} \cdot [d_0^2 + (d_0 + 2S_{\text{ш}} \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2], \quad (14)$$

где D_0 – внутренний диаметр корпуса меньшего основания, м³;

d_0 – диаметр конусного вала шнека меньшего основания, м;

Начальный и конечный диаметры конусного вала шнека связаны соотношением

$$d_0 = d_1 - L \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (15)$$

где L – длина конусного вала шнека, м.

Начальный и конечный диаметры конусного корпуса пресса связаны соотношением

$$D_0 = D_1 - L \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (16)$$

Подставив V_1 и V_2 в ранее получившиеся соотношения получим:

$$\frac{1 + \varepsilon_0}{1 + \varepsilon_1} = \frac{D_1^2 - d_1^2 + (D_1 - 2S_{\text{ш}} \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2 - (d_1 - 2S_{\text{ш}} \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2}{D_0^2 - d_0^2 + (D_0 + 2S_{\text{ш}} \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2 - (d_0 + 2S_{\text{ш}} \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2} \quad (17)$$

Введём обозначения $\frac{1 + \varepsilon_0}{1 + \varepsilon_1} = B_{\text{п}}$, $d_1 = \beta_1 D$.

Решая выражение (17), получим уравнение

$$D_1^2 (1 - \beta_1^2) (1 - B_{\text{п}}) - 2 \operatorname{tg} \alpha [D_1 \cdot (1 - \beta_1) (S_{\text{ш}} - 2B_{\text{п}}L + B_{\text{п}}S_{\text{ш}}) - 4B_{\text{п}}LS_{\text{ш}}] = 0 \quad (18)$$

Так как различному количеству жидкого воска, отжимаемого из воскового сырья, соответствует своя величина коэффициента пористости, то, задаваясь коэффициентом $B_{\text{п}}$, можно по выражению (18) определить необходимый профиль шнекового вала.

Диаметр большего основания конусного вала шнека определяется, исходя из необходимой толщины (высоты) слоя твердой фазы между валом



шнека и корпусом. Чем меньше толщина слоя, тем выше эффект отжатия, но при этом уменьшается производительность прессы (7). Опыт проектирования шнековых прессов [5,6] показывает, что оптимальная толщина слоя материала в зоне наибольших давлений составляет около 40 мм при одностороннем отводе воска через фильтр-сетку корпуса. Из этого условия выбирают значение коэффициентов β_1 , связывающего диаметры корпуса и большего основания конусного вала.

Заключение

Анализ шнековых прессов [4-11] показывает, что наименьшее число витков шнека составляет 4,5-5,0. При этом отношение шага витков к наружному диаметру шнека колеблется в пределах

$$\frac{S_{\text{ш}}}{D} = 0,55 - 0,8.$$

Практика использования шнековых прессов с такими параметрами подтверждает надежность их работы. Следует заметить, что увеличение числа витков повышает эффект фильтрации, так как время нахождения материала в прессе увеличивается. Одновременно при этом повышается и энергоёмкость процесса за счет увеличения потерь на трение.

Проведенное исследование подтверждает, что прессование разваренного воскового сырья целесообразно и должно быть использовано для разработки устройств переработки продуктов пчеловодства.

Список литературы

1. Бышов, Н. В. Исследование рабочего процесса вибрационного решета при просеивании воскоперговой массы [Текст] / Н. В. Бышов, Д. Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2013. - № 1. - С.160-162.
2. Бышов, Н. В. Экспериментальное исследование режимов циклической сушки перги в соте [Текст] / Н. В. Бышов, Д. Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. -

2012. - № 5. - С.283-285.

3. Бышов, Н. В. Вопросы энергосберегающей конвективной циклической сушки перги [Текст] : монография / Н. В. Бышов, Д. Е. Каширин. - Рязань, 2012.

4. Григорьев, А. М. Элементы теории шнековых прессов [Текст] / А. М. Григорьев. - Казань, 1956-1957. - 72 с.

5. Герсевич, Н. М. Основы динамики грунтовой массы [Текст] / Н. М. Герсевич. - М. : Стройлитература, 1937.

6. Иваненко, А. В. / Исследование шнековых прессов для переработки винограда [Текст] / А. В. Иваненко. - М. : Энергия, 1972.

7. Алымов, В. Т. Расчёт прессующего тракта шнекового пресса. [Текст] / В. Т. Алымов. // Труды института жиров. - Л., 1970.

8. Шенкель, Г. Н. Теория исследования шнековых прессов [Текст] / Г. Н. Шенкель. - М. : Наука, 1968.

9. Пат. 121501 Российская Федерация, МПК C05F3/06. Шнековый пресс-гранулятор подстилочного навоза [Текст] / Хмыров В. Д., Горелов А. А., Куденко В. Б., Труфанов Б. С. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО МичГАУ. - № 2012124460/13 ; заявл. 13.06.12 ; опубл. 27.10.12

10. Экспериментальная установка пресс-сепаратора органических удобрений [Текст] / В. Д. Хмыров, Б. С. Труфанов, В. Б. Куденко, А. А. Горелов // Вестник Мичуринского государственного университета. - 2012. - № 2. - Мичуринск-Навоград. - С. 110-112.

11. Хмыров, В. Д. Кинематическое исследование рабочих органов питателя-разрушителя навоза [Текст] / В. Д. Хмыров, А. А. Горелов, В. Б. Куденко, Б. С. Труфанов // Вестник Мичуринского государственного университета. - 2011. - №1. - С. 185-189.

PRESSING THE ISSUE WAXY FEEDS TOCKS BY MELTING OUT

Hmyrov Victor D. doctor of technical Sciences, Professor Department of Technological processes and safety of Techosphere, hmjrov@mail.ru;

Grebennikova Tatjana V., postgraduate student Department of Technological processes and safety of Techosphere, grebenkova@mail.ru;

Hatunchev Pavel Yu., graduate student Department of Technological processes and safety of Techosphere, hatunchev@mail.ru.

Michurinsk State Agrarian University

Timofeev Anton N., graduate student Department of Technical Systems in agriculture, Agrotechnological Ryazan State University named after P.A. Kostychev

Wax – a valuable product of beekeeping. Russia produces about 30 thousand. Tonnes of wax, as well as from abroad are exported around 700 tons, missing many industries. The solution is possible thanks to the introduction of the apiary and bee farms more efficient and modern devices melting out the wax. Increase the yield during the wax melting out is possible thanks to SPIN tenderized Merwe. In the article the theoretical study of the opportunities and quality of pressing and selected rational parameters for the cone-shaped screw otpressovki for stomach wax raw materials in the process of melting out. Getting more waxy materials will help increase the production of honeycombs, without enough is not able to qualitative and quantitative increase in the number of bee colonies. The use of raw materials pressed wax cone-shaped screw enough reception to get more output wax to 20% of the total mass of melted wax

Key words: wax, wax boiled raw materials, screw press.

Literatura

1. Byshov N.V. Issledovanie rabocheho processa vibracionnogo resheta pri proseivanii voskopergovoj massy [Tekst] / Byshov N.V., Kashirin D.E. // Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo universiteta № 1 2013.



S.160-162.

2. Byshov N.V. JEksperimental'noe issledovanie rezhimov ciklicheskoj sushki pergi v sote [Tekst] / Byshov N.V., Kashirin D.E. // Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo universiteta № 5 2012. S.283-285.

3. Byshov N.V. Voprosy jenergosberegajushhej konvektivnoj ciklicheskoj sushki pergi [Tekst] / Byshov N.V., Kashirin D.E. // monografija, Rjazan', 2012.

4. Grigor'ev A.M. / JElementy teorii shnekovoj pressov. – Kazan', 1956-1957. s.72.

5. Gersevanov N.M. / Osnovy dinamiki gruntovoj massy. – M., Strojliteratura, 1937.

6. Ivanenko A.V. / Issledovanie shnekovoj pressov dlja pererabotki vinograda. – M., JEnergija, 1972.

7. Alymov V.T. / Raschjot pressujushhego trakta shnekovogo pressa. – «Trudy instituta zhirov». L., 1970.

8. SHenkel' G.N. / Teorija issledovanija shnekovoj pressov. – M., Nauka 1968.

9. Pat. RF 121501 Rossijskaja Federacija, MPK C05F3/06 SHnekovoj press-granuljator podstilochnogo navoza [Tekst] / Hmyrov V.D., Gorelov A.A., Kudenko V.B., Trufanov B.S.; zajavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO MichGAU –2012124460/13, zajavl. 13.06.2012; opubl. 27.10.2012

10. Hmyrov V.D. JEksperimental'naja ustanovka press-separatora organicheskikh udobrenij [Tekst] / Hmyrov V.D., Trufanov B.S., Kudenko V.B., Gorelov A.A. // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo universiteta №2 2012. – Michurinsk-Naukograd. – S. 110-112.

11. Hmyrov V.D. Kinematicheskoe issledovanie rabochih organov pitatelja- razrushitelja navoza [Tekst] / Hmyrov V.D., Gorelov A.A., Kudenko V.B., Trufanov B.S. // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo universiteta №1 2011. – Michurinsk-Naukograd. – S. 185-189.



УДК 519.87

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ И АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АГРОИНЖЕНЕРИИ

ЮДАЕВ Юрий Алексеевич, д-р техн. наук, профессор кафедры электроснабжения, yu.yudaev@mail.ru

КОЖАНОВА Татьяна Вячеславовна, аспирантка кафедры электроснабжения, t.vk@mail.ru

ЮДАЕВ Максим Юрьевич, аспирант кафедры электроснабжения, zumbat@mail.ru.

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

В статье обсуждаются особенности численных методов и особенности современных программных и аппаратных средств. Целью данной работы является рассмотрение особенностей применения современных программных и аппаратных средств для моделирования с помощью ЭВМ. Традиционные методики разработки программного обеспечения обычно используют ресурсы системы не очень эффективно. Значительную часть времени вычислительная система простаивает. Знание архитектуры платформ помогает разработать более быструю и качественную реализацию того или иного алгоритма. Разница в производительности оптимизированной и неоптимизированной версий может составлять сто и более процентов. Основное внимание в статье обращено на системы с одним или несколькими процессорами и операционными системами Windows или Linux, как основных платформ для САПР. Приведен обзор основных САПР, использующихся при моделировании электротехнических процессов в агроинженерии: AutoCAD, AutoCAD LT, SolidWorks, ANSYS, bCAD, 3D Studio VIZ, Inventor. Приводятся важные особенности реализации алгоритмов численного моделирования физических процессов на современных ЭВМ. Обсуждаются методы эффективного использования массивов целых чисел и массивов чисел с плавающей запятой, наборы расширения базовых инструкций современных процессоров, методика разработки многопоточных приложений. Для увеличения скорости обработки чисел с плавающей запятой необходимо использовать специальные наборы инструкций процессора 3DNow! или SSE. Для редактора конструкции целесообразно использовать форматы DXF или DWG. Проведено сравнение различных методов оптимизации и доказана целесообразность их применения для моделирования технологических процессов, связанных с численным решением уравнений Пуассона, Лапласа, Фурье.

Ключевые слова: численное моделирование, многопоточные приложения, системы автоматизированного проектирования.

Введение

При численном моделировании различных физических процессов наиболее важными являются достоверность результата и скорость расчета.

Достоверность результата является главным критерием качества программного обеспечения, но при моделировании технологических процессов в агроинженерии возможно применение больших



и многомерных массивов. Существующие САПР выполняют действия с массивами медленно. Поэтому необходимо учитывать не только особенности численных методов, но и особенности современных программных и аппаратных средств, так как эти особенности могут существенно влиять на точность и скорость моделирования физических процессов, а также на возможность применения на той или иной платформе. Целью данной статьи является рассмотрение особенностей применения современных программных и аппаратных средств для моделирования с помощью ЭВМ. Учитывая тот факт, что расчет всех необходимых значений может занимать несколько дней или недель даже на мощных вычислительных системах, качество реализации алгоритмов численного моделирования является очень важным с практической точки зрения. Традиционные методики разработки программного обеспечения обычно используют ресурсы системы не очень эффективно, как правило, задействовано менее половины всех возможностей оборудования. Таким образом, значительную часть времени вычислительная система простаивает. Знание архитектуры платформ, на которых планируется производить вычисления, помогает разработать более быструю и качественную реализацию того или иного алгоритма, при этом разница в производительности, оптимизированной и неоптимизированной версии, может составлять сто и более процентов. Основное внимание в данной статье сделано на системы с одним или несколькими процессорами и операционными системами Windows или Linux, как основных платформ для САПР.

Использование современных САПР

При разработке программ для моделирования, например, электрических, магнитных или тепловых полей (уравнения Пуассона, Лапласа, Фурье) необходимо наличие качественного редактора конструкции. Создание собственного редактора конструкции может потребовать достаточно много сил и времени. В качестве примера можно привести SolidWorks [1] или AutoCAD [2] для создания трехмерного редактора, для которых потребуется несколько лет работы квалифицированного программиста. Также стоит отметить, что собственный редактор может отличаться от общепринятых норм. Хотя имеются и положительные стороны такого решения, а именно независимость от продуктов сторонних разработчиков.

Для решения проблемы создания редактора конструкции можно использовать форматы файлов, поддерживаемые нужными САПР или распространенные геометрические форматы. К распространенным форматам можно отнести DXF или DWG, которые поддерживаются многими распространенными САПР (табл.1). Описание формата DXF можно найти в документе на веб-странице [3], а готовую реализацию класса для работы с ним на странице [4]. Описание других форматов, используемых в САПР, можно найти на веб-странице [5]. Расширенный список, более 50 различных систем CAD/CAM/CAE/GIS, с кратким описанием и ссылками на сайты их разработчиков, а также текущее

распределение влияния на рынок компаний-разработчиков этих САПР и систем автоматизированной подготовки производства размещены на веб-странице [6].

Таблица 1 – Различные САПР и поддерживаемые ими форматы

САПР	Поддерживаемые форматы
AutoCAD, AutoCAD LT, Inventor	DXF, DXB, IGES, EPS, WMF, DWG, HPGL
SolidWorks	IGES, VDAFS, STEP, Parasolid, ACIS, STL, VRML, DXF, DWG, Pro/ENGINEER, CADKEY, Unigraphics, Solid Edge, Inventor, AutoCAD, MDT, IDF, PDF
ANSYS	STEP, ACIS, UG, Pro/E, CATIA, CADDS, IGES, SAT, Parasolid, SolidWorks, AutoCAD, SolidEdge, Microstation, WMF, EMF, BMP, TIFF, JPEG, HPGL, HPGL2, EPS, VRML, AVI
bCAD	ASC, DXF, WMF, NFF, DWG, 3DS, EPS, HPGL, TGA, JPG, PCX, BMP, GIF, TIFF, FLC, AVI, MPEG
3D Studio VIZ	DXF, ASC, 3DS, DWG

Таблица 2 – Различные САПР и их интерфейс программирования

САПР	Интерфейс программирования
AutoCAD	AutoLISP, C/C++, VBA
AutoCAD LT	Нет
bCAD	JAVA
3D Studio VIZ	C/C++
ANSYS	APDL, FORTRAN (Compaq/Digital Visual Fortran 6.0) или C++
SolidWorks	Макросы, редактор VBA, поддержка Visual C++

Можно разработать дополнение к существующей САПР и использовать ее графический интерфейс для расчета электромагнитных и тепловых процессов. В качестве примера можно привести COSMOSWorks [7], являющийся дополнением к SolidWorks. Все необходимое для создания дополнений к той или иной САПР обычно можно найти на сайте ее разработчика. Хотя данный подход и предоставляет широкие возможности по интегрированию в среду САПР и использованию ее возможностей, но он ограничивается только данным продуктом. Реализация дополнений к различным САПР сильно отличается по многим параметрам, начиная от используемого языка программирования



вания (табл. 2) и заканчивая устройством самой среды.

Использование распространенных форматов файлов в собственной разработке или написание дополнений к существующим САПР позволяет разработчику использовать ту среду проектирования, в использовании которой у него есть опыт или какие-то предпочтения, а также дает возможность расширения программного обеспечения сторонним разработчикам.

Особенности численного моделирования

При моделировании приборов с помощью ЭВМ нужно учитывать несколько важных особенностей реализации алгоритмов численного моделирования физических процессов. Наиболее важными из них являются оптимальное использование массивов целых чисел или чисел с плавающей запятой, а также применение наборов расширения базовых инструкций современных процессоров и методика разработки многопоточных приложений. Обычно та часть программы, которая выполняет основные вычисления, составляет небольшую долю всего кода приложения, и ее оптимизация не занимает очень много времени, но дает ощутимый прирост производительности.

Как правило, различных операций над массивами выполняется очень много, и эти операции занимают основную часть времени всего расчета. Именно поэтому данная часть программы нуждается в оптимизации и строгом контроле над используемыми средствами, так как даже незначительные задержки при работе с массивами в цикле, в конечном счете, приведут к существенному падению производительности всей системы.

Для создания эффективной программной реализации работы с массивами необходимо учитывать то, как они размещаются в памяти ЭВМ. При этом существует разница в размещении статических и динамических массивов в памяти. В качестве примера рассмотрим двумерный массив M

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$$

Статический массив занимает последовательные 9 ячеек памяти (рис. 1). Размер ячейки зависит от типа переменной. Обычно используются числа с плавающей запятой двойной точности, размер которых составляет 64 бита. Если необходимо обходить ячейки массива последовательно, то статический массив – это лучший вариант. В данном случае можно использовать указатель на начало массива и увеличивать его на единицу для перехода к следующей ячейке. Подобный подход может увеличить скорость обращения к ячейкам массива на 20%-100% за счет эффективного использования сверхоперативной памяти (кэш), буферов чтения/записи, предвыборки процессором, сокращения времени расчета адреса и того, что подсистема памяти оптимизирована для последовательного доступа к ее ячейкам. Так как операции обращения к ячейкам массива занимают существенную часть времени выполнения расчета,

то увеличение скорости обращения к ним также весьма положительно сказывается на увеличении общей производительности.

Примером использования статических массивов может служить расчет электромагнитных или тепловых полей, где вполне возможно осуществлять расчет значений в узлах массива последовательно.

Ячейка [0, 0] = 1
Ячейка [0, 1] = 2
Ячейка [0, 2] = 3
Ячейка [1, 0] = 4
Ячейка [1, 1] = 5
Ячейка [1, 2] = 6
Ячейка [2, 0] = 7
Ячейка [2, 1] = 8
Ячейка [2, 2] = 9

Рис. 1 – Размещение в памяти ЭВМ статического массива

Рассмотрим расчет распределения потенциала в двумерной системе. Это продемонстрирует разницу времени доступа к ячейкам массива при использовании индексации (пример 1) и указателя (пример 2).

Исходные тексты всех дальнейших примеров приведены на языке программирования C++. Для их компиляции использовался Microsoft C/C++ Compiler.

Пример 1 – Расчет распределения потенциала с использованием индексации

```
const int LOOP_COUNT = 50000;
const int ARRAY_SIZE = 127;
double arr[ARRAY_SIZE][ARRAY_SIZE] = {};
for (int j = 0; j < ARRAY_SIZE; j++)
{
    arr[0][j] = 1.0;
    arr[ARRAY_SIZE - 1][j] = 1.0;
}
for (int n = 0; n < LOOP_COUNT; n++)
{
    for (int i = 1; i < ARRAY_SIZE - 1; i++)
    {
        for (int j = 1; j < ARRAY_SIZE - 1; j++)
        {
            arr[i][j] = (arr[i + 1][j]
                + arr[i - 1][j] + arr[i][j + 1]
                + arr[i][j - 1]) / 4.0;
        }
    }
}
```



Пример 2 – Расчет распределения потенциала с использованием указателя

```
const int LOOP_COUNT = 50000;
const int ARRAY_SIZE = 127;
double arr[ARRAY_SIZE][ARRAY_SIZE] = {};
double* pArr0;
double* pArr1 = &arr[0][0];
double* pArr2 = pArr1
+ ARRAY_SIZE * (ARRAY_SIZE - 1);
for (int i = 0; i < ARRAY_SIZE; i++)
{
    *pArr1++ = 1.0;
    *pArr2++ = 1.0;
}
for (int n = 0; n < LOOP_COUNT; n++)
{
    pArr0 = &arr[0][0] + 1;
    pArr1 = &arr[0][0] + ARRAY_SIZE + 1;
    pArr2 = &arr[0][0] + ARRAY_SIZE * 2 + 1;
    for (int i = 0; i < ARRAY_SIZE - 2; i++)
    {
        for (int j = 0; j < ARRAY_SIZE - 2; j++)
        {
            *pArr1++ = 0.25 * (*pArr1 + 1)
+ *(pArr1 - 1) + *pArr2++ + *pArr0++;
        }
        pArr0 += 2;
        pArr1 += 2;
        pArr2 += 2;
    }
}
```

На рисунке 2 приведены диаграммы, демонстрирующие относительное время расчета потенциала с использованием индексации и указателя для двух размерностей массива: 127×127 и 128×128 . Как видно из диаграммы, использование указателя вместо индексации в общем случае уменьшает время расчета на 46%. В частном случае (наименьшая разница наблюдается, когда размерность массива является степенью двух) разница менее значительна и составляет 20% ($100\% - 55\% / 69\% = 20\%$). В большинстве случаев размерность массива не является степенью двух, поэтому разница в 46% является более объективной.

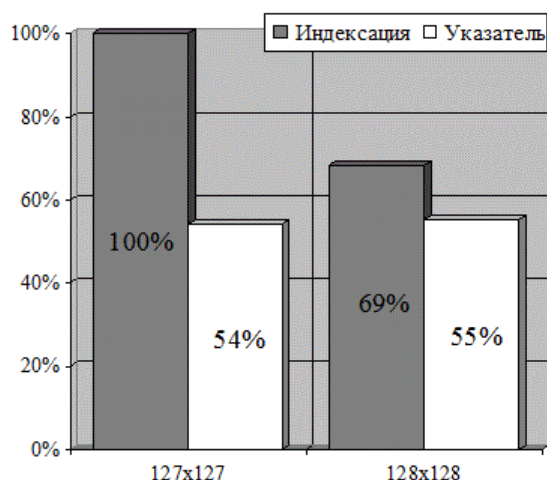


Рис. 2 – Время расчета потенциала с использованием индексации и указателя

адреса трех строк массива. А эти строки в свою очередь содержат значения самого массива. Таким образом, в данном случае мы получаем перерасход памяти, равный 33%; конечно, если массив будет больше, например 100×100 , то перерасход будет только 1%. Необходимо учитывать, что размеры ячеек для хранения адреса и значений массива могут отличаться. По умолчанию размер ячеек для хранения адреса соответствует разрядности процессора (для 32-разрядных процессоров – 32-битные ячейки, для 64-разрядных – 64-битные). Если данные располагается в памяти на расстоянии не более 64 килобайт, то возможно использовать 16-битные смещения, это поможет уменьшить занимаемую память и увеличить производительность. Динамический массив занимает не последовательные ячейки памяти, поэтому увеличивается время на доступ к этим ячейкам. Это происходит из-за возможных ошибок предвыборки при переходе на другую строку, неэффективного использования сверхоперативной памяти (кэш) и расчета адреса ячейки массива в два этапа. Сначала извлекается адрес строки, а потом к нему прибавляется смещение ячейки в строке. Использование динамических массивов имеет и некоторые преимущества, например, если нужно поменять местами строки, то можно просто поменять их адреса и обойтись без физического перемещения данных, таким образом можно выполнять сортировку строк массива или же удалить/заменить одну или несколько строк. Использование статических массивов в данном случае создает проблемы, такие как перерасход памяти (если взять размер массива с «запасом») или выход за пределы массива (если размер массива меньше необходимого), что приведет к искажению данных или кода приложения. Использование в данном случае связанных списков (динамический массив с указателем на следующую ячейку) решает эти проблемы (примеры 3 и 4).

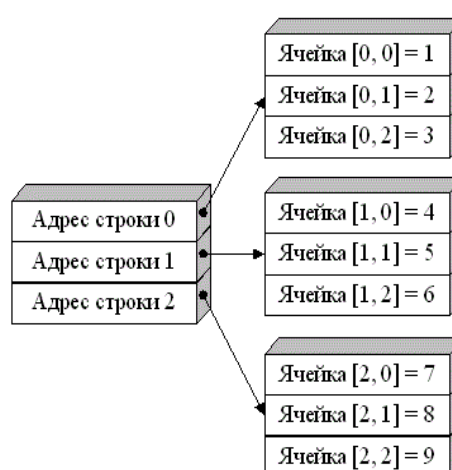


Рис. 3 – Размещение в памяти ЭВМ динамического массива

Динамический массив (рис. 3) содержит три ячейки, в которых располагаются начальные



Пример 3 – Классический список

```
const int N_ELEM = 100000;
double x = 0.0;
double y = 0.0;
double z = 0.0;
struct CoordList
{
    double x;
    double y;
    double z;
    CoordList* next;
};
CoordList* classicList =
    new CoordList[N_ELEM];
CoordList* tempList = classicList;
for (int i = 0; i < N_ELEM; i++)
{
    classicList[i].x = 0.0;
    classicList[i].y = 0.0;
    classicList[i].z = 0.0;
    classicList[i].next = classicList + i + 1;
}
classicList[N_ELEM - 1].next = NULL;
while (tempList = tempList->next)
{
    x = tempList->x;
    y = tempList->y;
    z = tempList->z;
}
```

Пример 4 – Оптимизированный список

```
const int N_ELEM = 100000;
double x = 0.0;
double y = 0.0;
double z = 0.0;
struct CoordListOp
{
    double* x;
    double* y;
    double* z;
    DWORD* next;
};
CoordListOp optimizedList;
DWORD index = 0;
optimizedList.x = new double[N_ELEM];
optimizedList.y = new double[N_ELEM];
optimizedList.z = new double[N_ELEM];
optimizedList.next = new DWORD[N_ELEM];
for (int i = 0; i < N_ELEM; i++)
{
    optimizedList.x[i] = 0.0;
    optimizedList.y[i] = 0.0;
    optimizedList.z[i] = 0.0;
    optimizedList.next[i] = (DWORD)(i + 1);
}
optimizedList.next[N_ELEM - 1] = 0;
while (index = optimizedList.next[index])
{
    x = optimizedList.x[index];
    y = optimizedList.y[index];
    z = optimizedList.z[index];
}
```

Использование при расчете оптимизированного списка вместо классического не только избавляет от описанных выше проблем, но и увеличивает производительность в зависимости от количества элементов этого списка (рис. 4). При

этом чем больше элементов в списке, тем больше выигрыш в производительности. Подобный результат достигается благодаря разделению списка на отдельные подсписки и в результате более эффективному использованию памяти ЭВМ.

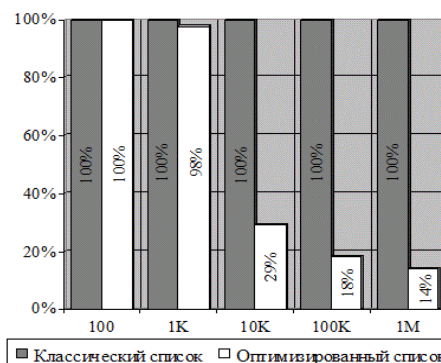


Рис. 4 – Время обработки классического и оптимизированного списка в зависимости от количества элементов этого списка

При написании кода желательно чередовать математические расчеты и обращения к памяти в определенной пропорции. Это позволит производить параллельно математические расчеты и чтение/запись в память наиболее эффективно (не будучи простаивающей процессора и шины памяти). Так, если время математических вычислений T_{MB} , а время обращений к памяти $T_{ОКП}$, то при последовательной обработке результирующее время будет $T_{Рез} = T_{MB} + T_{ОКП}$. А при параллельной – $T_{Рез} = \text{Макс}(T_{MB}, T_{ОКП})$. При этом если $T_{MB} = T_{ОКП}$, то будет достигнута максимальная эффективность и время выполнения уменьшится вдвое. К сожалению, достигнуть максимальной эффективности независимо от аппаратных особенностей невозможно, но эмпирически можно подобрать оптимальное соотношение для ряда случаев.

Также весьма положительно на быстродействие сказывается выравнивание массива по границе кэш-линейки. Особенно это важно при многократной обработке одних и тех же данных (пример 5).

Пример 5 – Выравнивание статического массива

```
#define ARRAY_SIZE 1024
#define ALIGN_POWER 64
double arr[ARRAY_SIZE + ALIGN_POWER - 1];
double* p = (double*)((&arr[0] + ALIGN_POWER - 1) & ~(ALIGN_POWER - 1));
```

Пример 6 – Деление и умножение

```
int c = 0;
int d = 0;
int div = 10;
for (int i = 0; i < 1000000; i++)
{
    d = c / div;
}
for (int i = 0; i < 1000000; i++)
{
    d = c * div;
}
```



Указатель p будет указывать на начало массива, выровненного по 64-байтной границе. Такое выравнивание обеспечивает наиболее эффективную обработку данных за счет использования упреждающего чтения.

В некоторых ситуациях имеет смысл делать дублирование тела цикла несколько раз (оптимальное значение 8 или 16 раз). Этот прием увеличивает «прямые» участки кода (не содержащие ветвлений), которые обрабатываются процессором намного быстрее.

При использовании массивов целых чисел необходимо учитывать, что из всех простейших операций (сложение, вычитание, умножение, деление и другие) самой длительной является деление, причем разница довольно значительна (почти на порядок). Особенно это важно, если данная операция производится в цикле несколько сотен тысяч или миллионов раз (пример 6).

Деление (рис. 5) выполняется значительно дольше (на 88% или в 8,33 раза). Во многих языках программирования есть операция взятия остатка, которая тоже приводит к целочисленному делению.

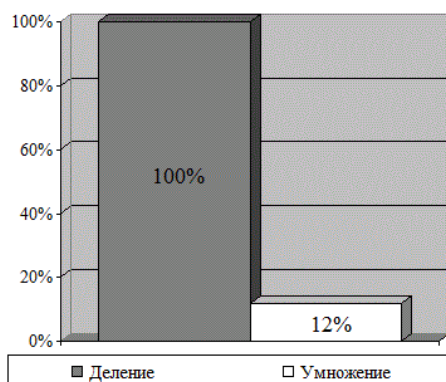


Рис. 5 – Время выполнения деления и умножения

Для увеличения скорости операций с целыми числами необходимо использовать специальные наборы инструкций процессора, такие как MMX или SSE.

Команды MMX (Multimedia Extensions – мультимедийные расширения) – дополнительный набор инструкций, выполняющий несколько операций над целыми числами за одну машинную инструкцию. Впервые появился в процессорах Pentium MMX. Команды технологии MMX работают со следующими типами данных: упакованные байты (восемь байтов в одном 64-разрядном регистре); упакованные слова (четыре 16-разрядных слова в 64-разрядном регистре); упакованные двойные слова (два 32-разрядных слова в 64-разрядном регистре); 64-разрядные слова. Более подробную информацию про MMX можно прочитать в [8].

Наиболее часто при моделировании используются массивы чисел с плавающей запятой одинарной (32 бита) или двойной точности (64 бита). Можно использовать числа внутреннего формата сопроцессора расширенной точности (80 бит). При использовании чисел с плавающей запятой

расширенной точности возникают некоторые проблемы. Первая проблема заключается в том, что данный формат поддерживается только сопроцессором, наборы инструкций 3DNow! и SSE его не поддерживают. Вторая проблема связана с выравниванием: так как 80 битные (10 байт) данные рекомендуется выравнивать по границе 16 байт, то образуются области неиспользуемой памяти

$16 - 10 = 6$ байт, если данные не выравнивать, то для доступа к ним может потребоваться выполнить два пакетных цикла, что уменьшит производительность. Следует также помнить, что числа с плавающей запятой хранят конечное число знаков (для одинарной точности 7,22 десятичных знака, для двойной – 15,95 десятичных знака, а для расширенной – 19,27) в результате чего возникают ошибки округления. Это особенно важно при расчетах величин требующих большого числа операций. При длительном моделировании накапливается погрешность, которая может приобретать значительные величины, что искажает физический смысл результата. Для устранения этого эффекта приходится вводить специальные корректирующие формулы. Многие рациональные числа (например, $1/3$, $1/7$ и т.п.) не представимы в виде конечной двоичной дроби, а десятичная дробь 0,1 будет представлена как $9,999999E-1$. Иррациональные числа (например, константы π и e) вообще не представимы в виде конечной последовательности цифр. Также не стоит складывать или отнимать «слишком» большое и маленькое число, например, для числа с одинарной точностью $1000,000 + 0,0000100 = 1000,000$. Такая ситуация может возникнуть при расчете приращений какой-либо величины. Для устранения этого эффекта следует отдельно складывать или вычитать «большие» и «маленькие» числа, а в конце вычисления объединять их.

Для увеличения скорости обработки чисел с плавающей запятой необходимо использовать специальные наборы инструкций процессора, такие как 3DNow! или SSE.

Команды 3DNow! – это дополнительное расширение MMX для процессоров AMD, начиная с AMD K6 3D. Хотя это расширение является разработкой AMD, его также интегрировали в свои процессоры IBM, Cyrix и другие. В 3DNow! компания AMD добавила новый тип данных – 32-битные вещественные числа, инструкции для работы с этим типом, а также некоторые инструкции для манипулирования стандартными типами MMX.

Команды SSE (Streaming SIMD Extensions, потоковое SIMD-расширение процессора) – это SIMD (Single Instruction, Multiple Data, Одна инструкция – множество данных) набор инструкций, разработанный Intel. SSE включает в архитектуру процессора восемь 128-битных регистров (от $xmm0$ до $xmm7$), каждый из которых трактуется как 4 последовательных значения с плавающей точкой одинарной точности. SSE включает в себя набор инструкций, который производит операции со скалярными и упакованными типами данных. Преимущество в производительности достигается в том случае, когда необходимо произвести одну и



ту же последовательность действий над разными данными.

Команды SSE2 (Streaming SIMD Extensions 2, потоковое SIMD-расширение процессора 2) – это SIMD (Single Instruction, Multiple Data, Одна инструкция – множество данных) набор инструкций, разработанный Intel, и впервые представленный в процессорах серии Pentium 4. SSE2 использует восемь 128-битных регистров (от xmm0 до xmm7), включённых в архитектуру x86 с вводом расширения SSE, каждый из которых трактуется как 2 последовательных значения с плавающей точкой двойной точности. SSE2 включает в себя набор инструкций, который производит операции со скалярными и упакованными типами данных. Также SSE2 содержит инструкции для потоковой обработки целочисленных данных в тех же 128-битных xmm регистрах, что делает это расширение более предпочтительным для целочисленных вычислений, нежели использование набора инструкций MMX, появившегося гораздо раньше. Преимущество в производительности достигается в том случае, когда необходимо произвести одну и ту же последовательность действий над большим набором однотипных данных.

Наиболее предпочтительным для реализации алгоритмов численного моделирования является язык программирования C++. Данный язык программирования является промышленным стандартом, который позволяет использовать практически все ресурсы системы, а его оптимизирующие компиляторы – одни из самых качественных среди всех языков программирования. Компиляторы C++ разрабатываются ведущими производителями компьютерного оборудования и программного обеспечения, они существуют для многих операционных систем, например Intel C++ Compiler поддерживает компиляцию под Windows, Linux и Mac OS.

В настоящее время широкое распространение получили также многоядерные процессоры и многопроцессорные системы. Поэтому необходима реализация алгоритмов численного моделирования с использованием многопоточной технологии. На данный момент существует множество средств для создания и тестирования многопоточных приложений. Наиболее простой и одновременно переносимой из этих технологий является OpenMP. Вскоре после своего появления в 1997 году спецификация OpenMP стала промышленным стандартом описания параллелизма для компиляторов. OpenMP реализует метод разветвления/слияния для создания и завершения потоков. При этом необходимо явно указывать начало и конец каждого параллельного фрагмента. Чтобы получить многопоточный исполняемый файл, следует использовать компиляторы с поддержкой этой технологии, указав им на необходимость обработки директив или псевдокомментариев OpenMP. В противном случае директивы OpenMP игнорируются. Это является ключевым преимуществом OpenMP над другими методами параллельного программирования. Этот метод является пошаговым и относительно безопасным. С помощью OpenMP можно

распараллелить определенные циклы и фрагменты программы без крупномасштабных изменений кода. Первоначальный последовательный код остается по большей части нетронутым, то есть можно использовать один и тот же исходный код в однопоточном и многопоточном приложении почти без изменений.

Для диагностики производительности приложений можно использовать специальные средства, такие как профилировщики, наиболее мощным из них является Intel VTune. Этот профилировщик позволяет обнаружить «горячие точки» программы и дает советы по различным путям их устранения.

Заключение

В статье рассмотрено применение различных САПР и расширение их возможностей для моделирования технологических процессов, а также рассмотрены способы повышения производительности программного обеспечения и доказана целесообразность использования этих методик. Из-за ограничений по объему в данной статье не рассмотрены некоторые важные особенности реализации алгоритмов численного моделирования, которые могут увеличить производительность, но эти особенности являются зависимыми от конкретной платформы. Необходимо отметить, что компании-производители САПР уже отреагировали на тенденцию в развитии микропроцессорных технологий – эра стремительного увеличения тактовых частот процессоров закончилась, наступила эпоха инновационных архитектур и многоядерных процессоров. Поэтому не стоит надеяться, что плохо реализованные алгоритмы будут продолжать увеличивать свою производительность такими же темпами, как и раньше, за счет повышения быстродействия компьютеров.

Список литературы

1. Сайт Компании SolidWorks Russia [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.solidworks.ru/products/solidworks/>
2. Соблюдение условий лицензирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/index?siteID=871736&id=10481228>
3. Сайт Компании Autodesk [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.autodesk.com/techpubs/autocad/dxf/>
4. Сайт Компании Codeproject [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.codeproject.com/KB/library/cadlib.aspx>
5. Category:CAD file formats [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://en.wikipedia.org/wiki/Category:CAD_file_formats
6. Обзор различных систем CAD/CAM/CAE/GIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.cad.dp.ua/obzors/cads.php>
7. Solidworks russia, ooo, it-компания [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.solidworks.ru/products_cosmos_flow.html
8. Зубков, С. В. Assembler для DOS, Windows, UNIX [Текст] / С. В. Зубков. - М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2004. - 608 с.



THE USE OF MODERN PROGRAMS AND HARDWARES TO MODEL TECHNOLOGICAL PROCESSES IN AGRO ENGINEERING

YUDAEV Yury A., Doctor of Technical Science, Full Professor of Energy Supply Faculty, yu.yudaev@mail.ru

KOZHANOVA Tatyana V., Aspirant of Energy Supply Faculty, t.vk@mail.ru

YUDAEV Maxim Yu., Aspirant of Energy Supply Faculty, zumbat@mail.ru.

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The article presents the features of numerical methods and characteristics of modern software and hardware. The purpose of this paper is to examine the features using modern hardware and software to simulate with the help of the computer. Traditional methods of software development commonly use the system resources not very efficiently. The computer is idle for most time. Knowing the platforms structure helps to develop a more rapid and high quality implementation of an algorithm. The difference in performance-optimized and non-optimized versions can be one hundred percent or more. We have paid most attention to the system with one or more processors and operating systems Windows or Linux being the main platforms for CAD. We have provided an overview of major CAD systems used in the simulation of electrical processes in agricultural engineering: AutoCAD, AutoCAD LT, SolidWorks, ANSYS, bCAD, 3D Studio VIZ, Inventor. We have presented important features of applying algorithms for numerical modeling of physical processes at modern computers. We have discussed methods of the integer array effective use and floating point numbers, a set of widening basic instructions of modern processors and multithreaded applications development methodology. To increase the processing speed of floating point numbers one must use a special CPU instruction sets of 3DNow! or SSE processor. For the Editor design is reasonable to use formats DXF or DWG. We have compared different optimization methods and proved the feasibility of their use for simulating the technological processes connected with the numerical solution of Poisson, Laplace, and Fourier equations.

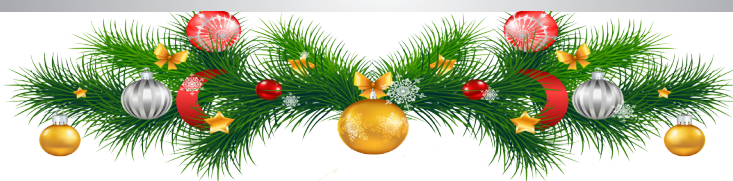
Key words: computational modeling, multithreading applications, automatized design systems.

Literatura

1. Sayt Kompanii SolidWorksRussia [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa : <http://www.solidworks.ru/products/solidworks/>
2. Soblyudenie usloviy licenzirovaniya [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa : <http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/index?siteID=871736&id=10481228>
3. Sayt Kompanii Autodesk [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.autodesk.com/techpubs/autocad/dxf/>
4. Sayt Kompanii Codeproject [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.codeproject.com/KB/library/cadlib.aspx>
5. Category:CADfileformats [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://en.wikipedia.org/wiki/Category:CAD_file_formats
6. Obzor razlichnykh sistem CAD/CAM/CAE/GIS [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.cad.dp.ua/obzors/cads.php>
7. Solidworks russia, ooo, it-kompaniya [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.solidworks.ru/products_cosmos_flow.html
8. Zubkov, S.V. Assembler dlya DOS, Windows, UNIX [Tekst] / S.V. Zubkov. - M.:DMK Press; SPb.: Piter, 2004. - 608 s.



ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 338.439

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В СИСТЕМЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕГИОНА

ДЯТЛОВ Юрий Николаевич, канд. экон. наук, доцент кафедры социально-гуманитарных и естественнонаучных дисциплин, Псковский филиал Академии ФСИН России, dyuriy@mail.ru

Целью работы явилось изучение продовольственного обеспечения региона с позиций системного подхода, выявление тенденций развития подсистемы АПК Псковской области, его основных субъектов. Описание системы продовольственного обеспечения на мезоуровне дано с использованием приема «вход – процесс – выход». В соответствии с функциональным принципом представлено деление всех ее подсистем на основные и вспомогательные. Оценка факторов, влияющих на состояние продовольственного обеспечения Псковской области, показала, что основные проблемы развития подсистемы АПК региона в значительной степени обусловлены макроэкономическими факторами. Выявлены различные тенденции в производстве сельскохозяйственной продукции отдельными категориями хозяйств. При увеличении удельного веса сельскохозяйственных организаций в производстве валовой продукции сельского хозяйства роль хозяйств населения в формировании продовольственных ресурсов Псковской области остается значительной. Несмотря на рост выпуска отдельных видов конечной продукции АПК, функционирование пищевых и перерабатывающих предприятий осложняется сокращением потребительского спроса на внутреннем рынке. В статье представлена оценка коэффициентов продовольственного самообеспечения области по фактическому уровню потребления основных видов продуктов питания и в соответствии с рациональными нормами потребления, которая свидетельствует о снижении уровня самообеспечения области хлебопродуктами, продукцией животного происхождения (кроме мяса и мясопродуктов), и роста степени ее самообеспечения картофелем и овощами. Сравнение среднестатистического производства и рациональных норм потребления продуктов питания показывает дефицит почти всех основных видов продовольствия, за исключением картофеля. В связи с этим определены приоритетные меры по обеспечению продовольственной безопасности Псковской области, в числе которых рассматривается необходимость стимулирования роста собственного производства яиц, овощей и ряда других видов продовольствия.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, продовольственное обеспечение, система, производство сельскохозяйственной продукции, самообеспечение продовольствием, коэффициенты самообеспечения, регион.

Введение

Продовольственное обеспечение региона (области, республики, края или иного субъекта Российской Федерации) – сложная социально-экономическая система, выступающая важнейшей подсистемой продовольственной безопасности на мезоуровне. Она представляет собой целостную совокупность субъектов регионального производства, распределения, обмена и потребления сельскохозяйственной продукции и продовольствия, а также складывающихся между ними связей и отношений, которая тесно взаимосвязана и взаимообусловлена, характеризуется определенными, присущими ей свойствами, и направлена на удовлетворение потребностей населения региона в продуктах питания. Важнейшими свойствами исследуемой системы являются целенаправленность и упорядоченность, целостность, сильная зависимость от внешней среды и постоянное взаимодействие с ней, иерархичность, непрерыв-

ность функционирования, стремление к равновесию, приоритет качественных параметров, альтернативность развития и др.

Характерной чертой системы продовольственного обеспечения региона является наличие в каждой ее подсистеме своей специфической структуры, активно интегрирующей элементы подсистем и системы в целом, что вызывает постоянное ее развитие, появление новых системных качеств. Состояние и особенности функционирования данной системы в значительной степени определяются проводимой в социально-экономической сфере федеральной и региональной политикой, зависят от демографических факторов, уровня развития многих отраслей народного хозяйства, природных факторов и др.

Объекты и методы

В связи с тем, что продовольственное обеспечение региона является сложным для исследования объектом, необходимо, исходя из принципов



системного подхода, рассмотреть его основные подсистемы. Описание дано нами с использованием приема «вход – процесс - выход» (рис. 1).

Под входом системы продовольственного обеспечения на мезоуровне понимается совокупность

воздействующих на нее факторов: ресурсное обеспечение, существующая правовая и нормативная база, природные факторы, социально-экономическая обстановка в регионе, стране и за ее пределами, управляющие воздействия и др.

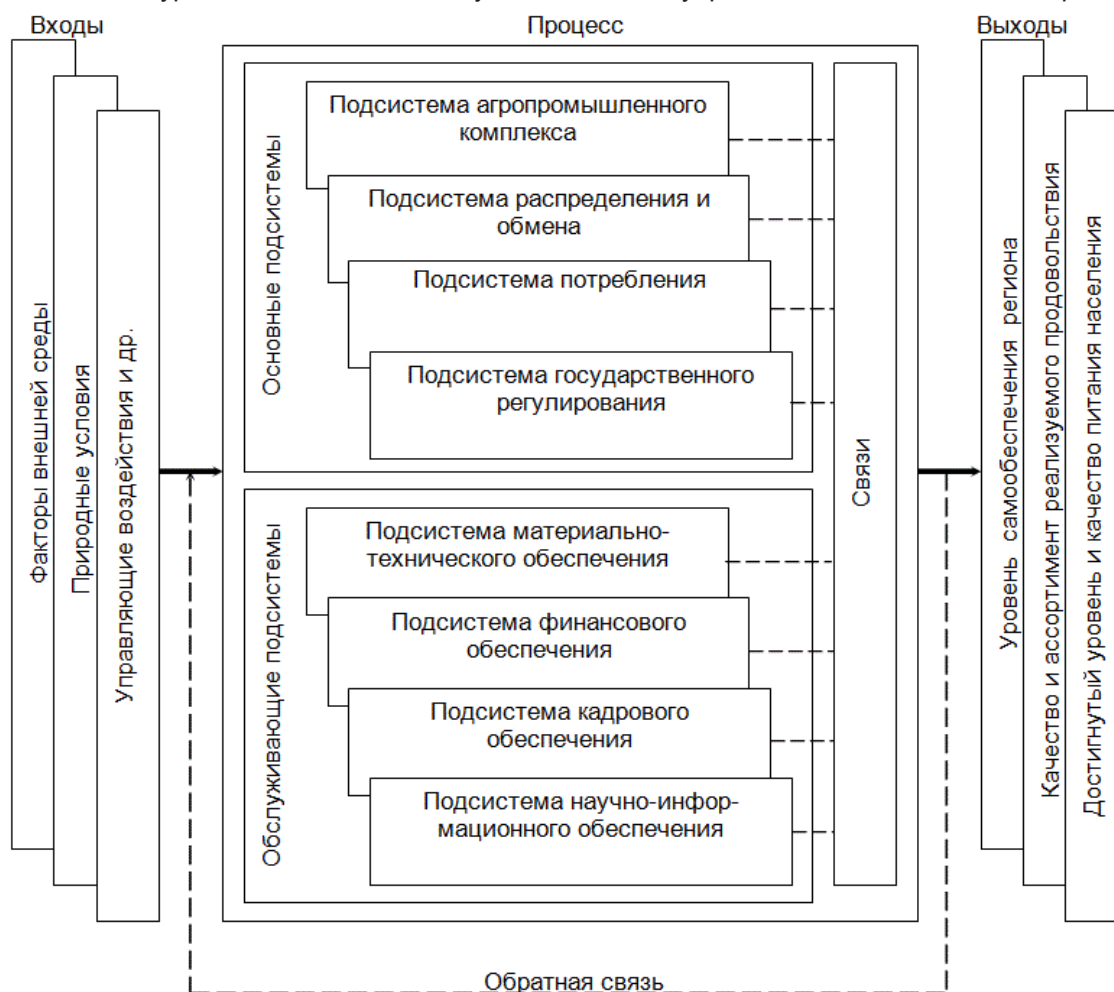


Рис. 1 – Система продовольственного обеспечения региона

Процесс отражает функционирование системы продовольственного обеспечения на мезоуровне и представляет собой деятельность, в результате которой, исходя из определенных параметров ее входа, формируются параметры выхода.

В качестве выхода рассматривается конечный результат функционирования данной системы – уровень продовольственного обеспечения, полученный вследствие совокупного взаимодействия всех ее подсистем: агропромышленного комплекса, распределения и обмена, потребления, а также государственного регулирования.

Изучение структуры системы продовольственного обеспечения региона в соответствии с функциональным принципом предполагает деление всех ее подсистем на основные, реализующие главную цель системы, и вспомогательные, которые обеспечивают функционирование основных подсистем (см. рис. 1). Подобный подход был использован В.В. Маслаковым при структурировании системы продовольственной безопасности индустриального региона [3, с.111-113].

Подсистема АПК является базисом региональной системы продовольственного обеспечения, которая непосредственно осуществляет производство и доведение продуктов питания до конечного потребителя. Кроме того, указанная подсистема должна включать межрегиональные сырьевые и продовольственные связи.

Результаты и их обсуждение

Оценка факторов, определяющих состояние системы продовольственного обеспечения Псковской области, показала, что основные проблемы развития подсистемы АПК региона в значительной степени обусловлены макроэкономическими факторами: диспаритетом цен, снижением покупательной способности населения, ухудшением инвестиционного климата. Сохраняется технико-технологическое отставание аграрного сектора области от более развитых в экономическом отношении субъектов Российской Федерации и других государств вследствие низкого уровня доходов местных сельскохозяйственных товаропроизводителей. Кроме того, рост монополизации торговых



сетей и несовершенство инфраструктуры продовольственного рынка существенно ограничивают доступ к нему сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Складывающиеся экономические условия негативным образом сказались на размерах посевных площадей. За период с 2010 по 2014 гг. посевные площади в Псковской области сократились на 30,8 тыс. га или 11,2%. При этом посевы овощных культур снизились на 0,3 тыс. га (11,5%), кормовых культур – на 51,7 тыс. га (21,2%). За этот же период под влиянием конъюнктуры рынка посевы зерновых и зернобобовых культур увеличились на 20,9 тыс. га (на 118,1%), однако в настоящее время они занимают только 15,8 % посевных площадей [5].

Произошедшие изменения размеров и структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур наряду с колебаниями погодных условий явились основными факторами, определившими динамику производства продукции растениеводства. Так, среднегодовой валовой сбор зерновых и зернобобовых культур (в весе после доработки) за 2012-2014 гг. увеличился по сравнению со средним его уровнем за 2009–2011 гг. на 134,5% (с 74,5 до 234,5 тыс. т). При этом основными производителями зерна в Псковской области являются сельскохозяйственные организации. Их удельный вес в валовом сборе зерна в 2014 году составил 97,3% [5, 6].

За указанный период наблюдается снижение среднегодового валового сбора овощей на 1,8% (с 45,2 до 44,4 тыс. т) и рост производства картофеля на 17,6% (с 113,7 до 133,8 тыс. т), в основном за счет хозяйств населения.

В условиях высоких темпов инфляции и снижения покупательной способности населения в 2014 г. и в первом полугодии 2015 г. роль индивидуального сектора (личные подсобные хозяйства, коллективное садоводство, огородничество и животноводство) в продовольственном обеспечении Псковской области остается значительной. Сохраняются тенденции сокращения валового сбора картофеля и овощей в сельскохозяйственных предприятиях и их увеличения в хозяйствах населения. В настоящее время почти 80 % картофеля и овощей производится данной категорией хозяйств.

Более сложная ситуация сложилась в животноводстве области. За 2010-2014 гг. наблюдаются различные тенденции в изменении поголовья и продуктивности животных и, как следствие, в динамике производства продукции животноводства. Существенно сократилось поголовье птицы – на 29,6%, крупного рогатого скота – на 23,5%, овец и коз – на 20,2%. При этом поголовье свиней возросло в 6,3 раза. Соответственно, производство молока за анализируемый период во всех категориях хозяйств уменьшилось на 14,3%, яиц – на 43,2%, тогда как производство мяса (в живом весе) увеличилось почти в 2,1 раза за счет динамичного развития отрасли свиноводства [5, 6].

В большей степени снижение основных показа-

телей животноводства происходило в хозяйствах населения. Это связано с трудностями в приобретении кормов из-за высоких цен, сокращением помощи со стороны сельскохозяйственных организаций в выделении техники, продаже молодняка, поскольку многие хозяйства населения тесно интегрированы с коллективными формами хозяйствования.

В 2013-2014 гг. в Псковской области наблюдается убыточность производства ряда видов животноводческой продукции, что ограничило возможности сельскохозяйственных производителей в приобретении нового технологического оборудования, обеспечении в достаточном количестве белковыми и витаминными кормами, минеральными добавками, медикаментами.

Для улучшения сложившейся ситуации в АПК области осуществляются меры, направленные на рост инвестиционной активности, в том числе в подотраслях мясного и молочного животноводства. С 2013 г. выполняется государственная программа «Развитие сельского хозяйства Псковской области на 2013-2020 годы», на реализацию мероприятий которой в областном бюджете предусмотрено 6,3 млрд рублей.

В связи с реализацией в свиноводстве крупных инвестиционных проектов, направленных на реконструкцию существующих свиноводческих комплексов и строительство новых предприятий, производство мяса в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах за анализируемый период существенно возросло. Так, с 2011 г. осуществляется инвестиционный проект в ООО «Великолуцкий свиноводческий комплекс», в рамках которого создано производство по откорму свиней мощностью 480 тысяч голов в год, приобретено 13 тысяч голов племенного молодняка. При этом фактический объем инвестиций составил 19,8 млрд рублей. Также с 2012 г. реализуется инвестиционный проект в ООО «ИДА-ВАНГ» по строительству свинокомплекса на 99 тыс. свиней с проектной мощностью 10 тыс. тонн свинины в год, общая стоимость которого составляет 1,8 млрд рублей [7].

За 2010-2014 гг. увеличились объемы производства молока и мяса в крестьянских (фермерских) хозяйствах. Однако низкая окупаемость затрат, ограниченные финансовые возможности фермеров сдерживают развитие у них животноводства. Удельный вес фермерских хозяйств в производстве продукции этой отрасли по области за 2014 г. незначителен (1,4%).

Таким образом, за анализируемый период имели место различные тенденции в производстве сельскохозяйственной продукции отдельными категориями хозяйств. Неблагоприятные экономические условия, убыточность производства отдельных видов продукции в коллективных хозяйствах, а также ряд факторов социального характера вызвали сохранение значительной доли хозяйств населения в формировании продовольственных ресурсов области. При увеличении доли сельскохозяйственных организаций в стоимости валовой



продукции сельского хозяйства области с 50,5% в 2010 г. до 67,2% в 2014 г. удельный вес хозяйств населения снизился с 47,2% до 29,9%. Хозяйства населения по-прежнему выступают стабилизирующим фактором продовольственного обеспечения региона и для многих сельских жителей являются основным источником существования. Следует отметить, что в хозяйствах населения товарность производства низкая (около половины произведенной сельскохозяйственной продукции приходится на промежуточное потребление: корма, семенной и посадочный материал), возможности расширенного производства ограничены, поэтому в перспективе большое значение имеет рост объемов производства продукции в сельскохозяйственных организациях.

Анализ основных факторов, определяющих состояние и уровень продовольственного обеспечения региона, тенденций производства сельскохозяйственной продукции в различных категориях хозяйств свидетельствует о необходимости преимущественного функционирования крупных хозяйствующих субъектов, в организационно-производственную структуру которых на добровольной основе могли бы вписываться крестьянские (фермерские) хозяйства, хозяйства населения и другие формы хозяйствования. Надежное продовольственное обеспечение региона не может быть достигнуто какой-то одной формой хозяйствования,

что подтверждается мировым и отечественным опытом. Лишь в рациональном сочетании различных видов хозяйствования, как по формам собственности, так и по размерам, возможен рост эффективности использования производственного потенциала для получения разнообразных видов продовольствия.

Одним из наиболее значимых факторов продовольственного обеспечения населения является уровень развития пищевой и перерабатывающей промышленности. На начало 2015 г. в данном секторе экономики области насчитывалось 200 производственных единиц, из которых значительная часть (164) находилась в частной собственности. Необходимо подчеркнуть, что участие сельскохозяйственных производителей в собственности или интеграционных объединениях предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности в настоящее время крайне ограничено, что влечет за собой сохранение монопольного положения пищевых и перерабатывающих производств и негативно сказывается на результатах работы всех субъектов агропромышленного производства. Несмотря на это, за 2010-2014 гг. отмечается рост объемов производства таких видов конечной продукции АПК, как мясо и субпродукты пищевые, рыба и рыбопродукты, масло сливочное и сыры (рис. 2) [4].

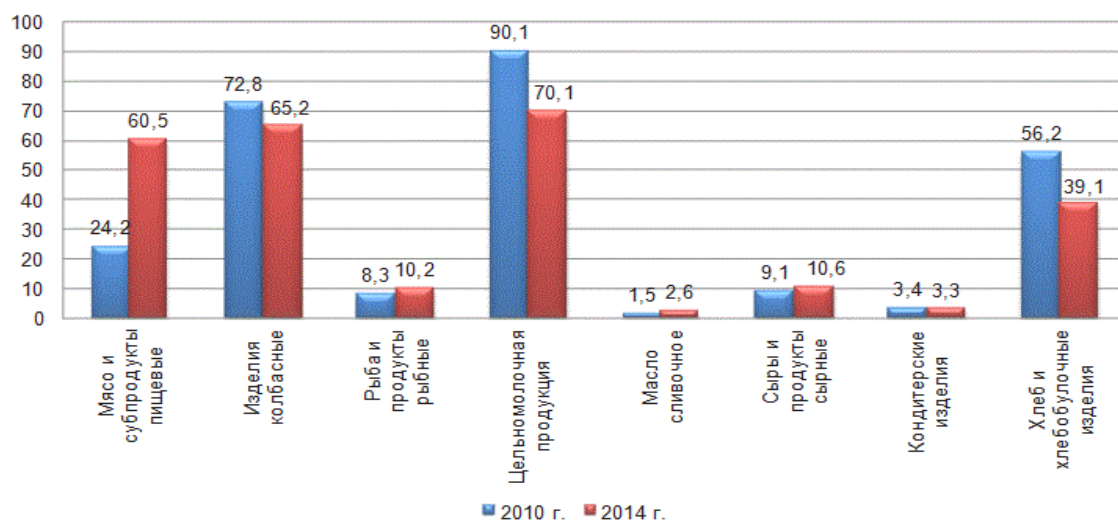


Рис. 2 – Изменение объемов производства основных видов конечной продукции АПК в Псковской области, тыс. т

Вместе с тем, за анализируемый период снизилось использование производственных мощностей по производству колбасных изделий, цельномолочной продукции, выпуску хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий. Снижение объемов производства в пищевой и перерабатывающей промышленности обусловлено не только сужением потребительского спроса на внутреннем рынке. Усилилась конкуренция с аналогичными товарами, поступающими из других субъектов Российской Федерации (Ленинградской области и г. Санкт-Петербурга, Новгородской области и др.) и импортной продукцией (особенно из Республи-

ки Беларусь). Кроме того, технический уровень производства отдельных предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности не отвечает современным требованиям, сохраняется убыточность ряда производств. В 2014 г. в данных отраслях насчитывалось 6 убыточных организаций, а общая сумма убытка составила почти 2,4 млрд руб.

В последние годы в производстве продуктов питания возрастает роль малых предприятий, подсобных производств и перерабатывающих подразделений. В значительной мере это связано с ростом деловой активности сельскохозяйствен-



ных организаций, направленной на расширение собственной переработки сельскохозяйственного сырья и выпуска продовольственных товаров.

Для характеристики уровня продовольственного обеспечения населения Псковской области нами рассчитаны коэффициенты самообеспече-

ния как по фактическому уровню потребления основных видов продуктов питания (рис. 3), так и на основе средних рациональных норм питания (рис. 4), предусмотренных государственной программой «Развитие сельского хозяйства Псковской области на 2013-2020 годы» [2].

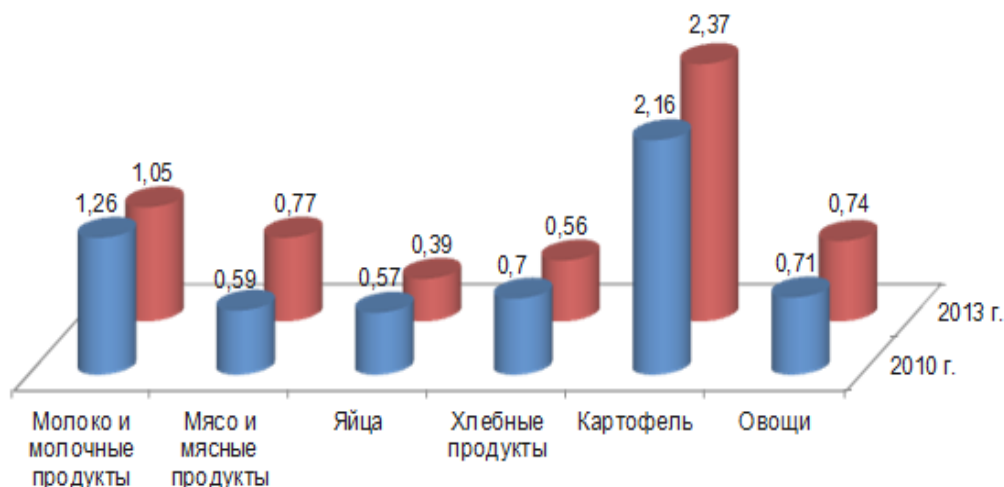


Рис. 3 – Изменение коэффициентов самообеспечения Псковской области по основным видам продовольствия в соответствии с фактическим уровнем их потребления

Оценка указанных коэффициентов свидетельствует о снижении уровня самообеспечения области продукцией животного происхождения (за исключением мясопродуктов) за анализируемый период и росте степени ее самообеспечения картофелем и овощами. Несмотря на устойчивый рост валового сбора зерновых культур, рассчитанный нами коэффициент самообеспечения хлебопродуктами (мука, хлеб, хлебобулочные изделия, макароны, мучнистые кондитерские изделия в пересчете на муку) в Псковской области достаточно низкий, так как их производство осуществляется в основном из сырья, ввозимого из других регионов России и Белоруссии. Это связано как с недостаточными объемами собственного валового сбора зерна (значительная его часть используется на кормовые цели в животноводстве), так и с климатическими условиями, которые затрудняют выращивание зерновых культур на продовольственные цели с высоким содержанием клейковины и другими требуемыми параметрами качества.

По таким видам продовольствия как картофель, молоко и молочные продукты коэффициенты самообеспечения, рассчитанные на основе фактического уровня потребления, превышают единицу. Это свидетельствует об участии АПК области в формировании предложения не только на внутреннем, но и на межрегиональном рынках. В последние годы возрос уровень самообеспечения мясом и мясопродуктами. Наиболее сложная ситуация сложилась с производством яиц. В 2013 г. в области их было произведено всего 39 % по отношению к фактическому уровню потребления, тогда как в 2010 г. – 53%.

Сравнение среднелюшевого производства и рациональных норм потребления продуктов питания показывает дефицит почти всех основных видов продовольствия, за исключением картофеля. Следовательно, в ближайшей перспективе для Псковской области сохраняется реальная угроза потери ее продовольственной безопасности.



Рис. 4 - Изменение коэффициентов самообеспечения Псковской области основными видами продовольствия в соответствии с рациональными нормами питания



В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120, одним из основных критериев продовольственной безопасности является удельный вес сельскохозяйственной продукции и продовольствия отечественного производства в общем объеме продовольственных ресурсов. Для каждого вида продукции определены пороговые значения данного критерия, например, для мяса и мясопродуктов – не менее 85 %, молока и молочных продуктов – не менее 90 %, картофеля – не менее 95 % и т.п. [1]. Следует отметить, что в Псковской области доля отечественного производства по отдельным видам сельскохозяйственной продукции и продовольствия соответствует пороговым значениям. Так, в 2014 г. в формировании ресурсов молока и молочных продуктов доля импорта составила всего 4 %, картофеля – 3 %. Однако в отношении других видов продовольствия удельный вес импорта превышает указанные выше пороговые значения.

Выводы

Таким образом, в качестве первоочередных мер, направленных на достижение продовольственной безопасности Псковской области, следует выделить необходимость стимулирования роста производства яиц, овощей, мяса и мясопродуктов, уровень самообеспечения по которым остается низким. Следует принять меры, направленные на увеличение производства хлебопродуктов, рыбы и рыбных продуктов. Кроме того, для повышения уровня продовольственного обеспечения области необходимо развивать систему закупок в региональные продовольственные фонды по социально значимым видам сельскохозяйственной продукции и продовольствия, осу-

ществлять реализацию программ адресной продовольственной помощи малоимущим группам населения региона.

Список литературы

1. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс] : указ Президента РФ от 30 января 2010 г. №120 // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». - Режим доступа : www.consultant.ru
2. Об утверждении государственной программы «Развитие сельского хозяйства Псковской области на 2013-2020 годы» [Электронный ресурс] : постановление администрации Псковской области от 11 апреля 2013 г. № 161 // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». - Режим доступа : www.consultant.ru
3. Маслаков, В. В. Формирование и развитие системы продовольственной безопасности: Концептуальные подходы [Текст] /В. В. Маслаков. – Екатеринбург : Уральская ГСХА, 1996. – 192 с.
4. Производство отдельных видов пищевых продуктов, включая напитки: 2010-2014 гг. [Электронный ресурс] // Псковстат, Официальная статистика, 2015. – Режим доступа : URL: http://pskovstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/pskovstat/ru/statistics/enterprises/production/ - 20.06.2015.
5. Псковская область в цифрах. 2015 [Текст] : крат. стат. сб. – Псков : Псковстат, 2015. - 150 с.
6. Псковский статистический ежегодник. 2014 [Текст] : стат. сб. – Псков : Псковстат, 2014. – 340 с.
7. Сельское хозяйство [Электронный ресурс] // Инвестиционный портал Псковской области, 2015. – Режим доступа : URL: <http://invest.pskov.ru/sx>. - 20.06.2015.

THE PSKOV REGION AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX WITHIN THE REGION SUBSISTENCE SUPPORT SYSTEM

Dyatlov Yuriy N., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Social-Humanitarian and Natural-Science Disciplines Department, Pskov Branch of the Academy of FSIN of Russia, dyuriy@mail.ru

The purpose of the article is to study the region subsistence support system, to define the Pskov region AIC sub-system development trends and its main subjects. The subsistence support system is described on the meso-level with the use of "input – process - output" method. Division of its sub-systems in basic and supporting is made in accordance with the functional principle. The summing up of facts, which are influencing on the Pskov region subsistence support condition, showed that the main problems of the region AIC sub-system development are determined by macroeconomic factors. Different trends in production of agricultural products by different natures of household are shown. While increasing of the agricultural organization share in gross agricultural output production, the role of the country economy is important in food supplies formation. In spite of the increasing AIC types production, the functioning of food and processing companies is complicated by cooling – off in consumer demand at the domestic market. In the article is given an estimate to the rates of the region subsistence support according to the actual consumptional level of basic food products and to the rational consumption rate, which shows decreasing level of the region grain products and products of animal origin (other than meat and meat products) self-sufficiency, and increasing level of potatoes and vegetables self-sufficiency. Comparison of per capita production and rational consumption rates shows a deficit of almost all main types of food except potatoes. As a result, in the article are defined priority measures to ensure food supply security in the Pskov region, including the necessity to stimulate the growth of egg, vegetable and other food items domestic production.

Key words: agro-industrial complex, subsistence support, system, agricultural production, subsistence self-support, self-sufficiency ratios, region.

Literatura

1. Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii [Elektronnyy resurs]: Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 30 yanvarya 2010 g. №120. Dostup iz spravочно-pravovoy sistemy «Konsul'tantPlyus».
2. Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy «Razvitie sel'skogo khozyaystva Pskovskoy oblasti na 2013-2020 gody» [Elektronnyy resurs]: Postanovlenie Administratsii Pskovskoy oblasti ot 11 aprelya 2013 g. № 161. Dostup iz spravочно-pravovoy sistemy «Konsul'tantPlyus».
3. Maslakov V.V. Formirovanie i razvitie sistemy prodovol'stvennoy bezopasnosti: Kontseptual'nye podkhody. – Ekaterinburg: Izd-vo Ural'skoy GSKhA, 1996. – 192 s.
4. Proizvodstvo otdel'nykh vidov pishchevykh produktov, vklyuchaya napitki: 2010-2014 gg. / Pskovstat, Ofitsial'naya statistika, 2015. URL: http://pskovstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/pskovstat/ru/statistics/enterprises/production/ (data obrashcheniya: 20.06.2015).
5. Pskovskaya oblast' v tsifrakh. 2015: Krat. stat. sb. / Pskov: Pskovstat, 2015. – 150 s.
6. Pskovskiy statisticheskiy ezhegodnik. 2014: Stat. sb. / Pskov: Pskovstat, 2014. – 340 s.
7. Sel'skoe khozyaystvo / Investitsionnyy portal Pskovskoy oblasti, 2015. URL: <http://invest.pskov.ru/cx> (data obrashcheniya: 20.06.2015).



УДК 808:5:808.56

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ЭКОНОМИСТОВ

ТЕСЛИКОВА Надежда Николаевна, канд. пед. наук, Заслуженный учитель РФ, профессор Московского университета имени С. Ю. Витте (филиал в г. Рязани), gedvitte@mail.ru

В статье речь идет об использовании инновационных технологий в высшей школе и их роли в подготовке высокопрофессиональных кадров в области экономики. Автор раскрывает опыт применения таких методов и форм работы, как грамматическое моделирование, лингвистический анализ текста, «кейс-стади» (обучение с использованием конкретных учебных ситуаций), рефлексия как метод самопознания и самооценки, тренинговые технологии (тренинг деловой коммуникации, личностного развития, коммуникативных умений) и т. д.

Ключевые слова: инновационные педагогические технологии, активизация учебного процесса, эффективность обучения, познавательная активность, «кейс-стади», деловое общение, компетенция.

Введение

Одной из актуальных задач современной высшей школы является формирование творческой личности, обладающей потенциалом гуманитарной культуры, необходимым компонентом которой является речевая культура.

Подчеркивая не только воспитательную, но и государственную важность русского языка и литературы, Президент Российской Федерации В.В. Путин заявил: «Наша задача – привлечь особое внимание общества к отечественной литературе, сделать русскую литературу, русский язык мощными факторами идейного влияния России в мире» [6].

9 июня 2014 года указом главы государства создан Совет при Президенте российской Федерации по русскому языку.

Как сказано в Положении Совета, одной из задач является «укрепление позиций русского языка в мире, расширение географии и сфер его применения, поддержка русскоязычных сообществ за рубежом, оценка эффективности реализации таких программ и проектов, а также подготовка предложений по совершенствованию деятельности в этой области» [9].

В этой связи вопросы повышения професси-

ональной компетентности будущих специалистов являются важной составной частью планов модернизации образования и создания новых технологий обучения.

Методика использования инновационных технологий

«Культура речи и деловое общение», «Этика деловых отношений», «Основы делопроизводства» видятся нам как предметы, позволяющие формировать языковую, лингвистическую, коммуникативную компетенции, что является неотъемлемой составляющей профессиональной подготовки студентов-экономистов.

Аудиовизуальные средства, видеотехника, компьютеры, Интернет, новые технологии тестирования, аутентичные дидактические материалы – все это позволяет обогатить комплекс обучающих средств и ставит вопрос об использовании новых технологий обучения. Мы полагаем, что каждое средство, форма или метод профессиональной подготовки могут быть использованы лишь в случае, если доказана их эффективность. Проблема, с которой сталкивается каждый преподаватель, состоит в том, чтобы логически увязать между собой апробированные средства и, обеспечив их взаимосвязь, использовать в комплек-



се, где каждому элементу подготовки нашлось бы нужное место.

Стандарты в системе высшего образования позволяют определить цели и критерии качества подготовки специалистов, делают учебный процесс более технологичным. Мы считаем, что в перечне характеристик, которым должен отвечать будущий экономист, необходим достаточный уровень языковой культуры.

Будущего экономиста необходимо научить свободно пользоваться разнообразными языковыми средствами в различных коммуникативно-речевых условиях, и прежде всего в непосредственной профессиональной деятельности, научить его культуре общения, сформировать у него безукоризненно чистую, правильную, терминологически точную и выразительную речь.

Для обучающихся должна быть понятной связь отношений между языком как средством и речью как деятельностью. В основание данной методики положены следующие понятия: рефлексия, коммуникация, деятельностный подход в обучении, уровневая дифференциация.

Система высшего профессионального образования «призвана помочь студентам “обрести себя”, выбрать и выстроить собственный мир ценностей, овладеть творческими способами решения научных и жизненных проблем, открыть рефлексивный мир, мир собственного “я” и научиться управлять им»[2].

Под **рефлексией** мы понимаем деятельность, в процессе которой, встречаясь с затруднением, студенты должны восстановить процесс деятельности и зафиксировать затруднение, определить причину затруднения, предложить способ устранения причины затруднения и проект дальнейшей деятельности. Научить студентов умению рефлексировать – значит научить их критически мыслить. Практика показывает, что у большинства абитуриентов уровень сформированности критического мышления крайне низок. Это объясняется «ярко выраженной доминантой “знаниевого” подхода на всех этапах обучения в средней школе в ущерб полноценному и многокомпонентному развитию личности»[3].

Рефлексивный стиль мышления – это составная часть таких видов деятельности студентов, как подготовка к учебным занятиям, выполнение рефератов, курсовых и дипломных работ, самостоятельная работа. Знания только тогда могут быть полноценными, когда при этом развивается сама личность. Мы разделяем мнение Е. Ярской-Смирновой, считавшей, что «в современных моделях процесс обучения предполагает не только трансляцию знания, но и социально-психологическое развитие обучаемых»[11].

Это определено целями и задачами высшего профессионального образования, ориентированного на подготовку специалиста, способного успешно реализоваться в будущей практической деятельности.

Коммуникативная функция является основной социальной функцией речи, так как реализу-

ется во всех сферах человеческой деятельности. Под коммуникацией мы понимаем общение в группе (не менее двух) студентов, занимающихся согласованием мнений в деятельности по достижению общей цели, в том числе с участием преподавателя.

Языковая способность (компетенция) формируется, структурируется в процессе общения, она диктует выбор языковых средств в соответствии с ситуацией общения.

В контексте нашего исследования (совершенствование культурно-речевых навыков студентов), не отвергая целесообразности обучения всем уровням процесса говорения, считаем необходимым особое внимание уделить лексическому уровню, семантическим связям слов в процессе порождения речи.

В связи с тем, что продуцирование речи рассматривается как речевая деятельность, естествен деятельностный подход. Реализация деятельностного подхода в процессе обучения определяется задачами и содержанием курса, ориентированного на подготовку студентов-экономистов к профессионально-коммуникативной деятельности.

Под **деятельностным подходом** мы понимаем переход от деятельности к понятиям, формирование понятий, возвращение в деятельность.

Учебные ситуации, возникающие на лекциях, практических занятиях, имеют коммуникативный аспект, который преподаватель не может не учитывать.

Под **ситуацией** принято понимать “совокупность обстоятельств, положение, обстановку”[5].

Различают предметную ситуацию и речевую. Мы же будем рассматривать речевую ситуацию, которая “создает, порождает потребность высказывания (или диалога)”[4].

В учебном процессе речевые ситуации создаются искусственно, потому, на наш взгляд, преподавателю следует выработать такую методику преподавания дисциплины, которая позволит гармонично интегрировать специальное и гуманитарное образование, что поможет будущим экономистам эффективно пользоваться языком в профессиональной сфере.

Наши усилия были направлены на поиск путей глубокой и всесторонней адаптации содержания и технологии обучения к индивидуальным особенностям студентов. Реализация адаптивности обеспечивается уровневой дифференциацией, которая позволяет активизировать процесс обучения, т. к. студентам предъявляются индивидуальные задачи и задания, которые постепенно усложняются.

Используемые нами компьютерные технологии обеспечивают, благодаря гибкости электронных обучающих программ, высокий уровень индивидуализации обучения.

Одним из факторов, обеспечивающих продуктивность процесса обучения, является использование преподавателем специально отобранного дидактического материала.



Всемерно поощряя естественную заинтересованность студентов в познании тайн профессии, следует применять дидактический материал с профессиональной направленностью.

Связь с будущей профессиональной деятельностью осуществляется прежде всего в процессе словарной работы. Практическая направленность обучения русскому языку и культуре речи студентов-экономистов проявляется в том, что она ори-

ентируется на конкретные, профессиональные цели обучения, главная из которых состоит в действии практическому овладению студентами языком как средством получения образования по профилю вуза. Доминирующим является учебно-профессиональный слой лексики. Будущим экономистам следует знать значения слов и уметь их различать, толковать. Задание может быть таким.

Проверьте свою лексическую осведомленность [7, с.105]:

- | | |
|---------------------|---|
| 1. Компрометировать | а) осуждать; б) восхвалять; в) порочить; г) убеждать. |
| 2. Фатальный | а) роковой; б) близкий; в) страшный; г) тайный. |
| 3. Ассоциация | а) отрасль; б) объединение; в) конфликт; г) выступление. |
| 4. Объективный | а) личный; б) открытый; в) теоретический; г) беспристрастный. |
| 5. Нелегальный | а) зарубежный; б) подпольный; в) законный; г) неизвестный. |

Следует стремиться к тому, чтобы управление деятельностью студентов со стороны преподавателя способствовало развитию их самостоятельности и активности в процессе овладения знаниями.

Самостоятельная работа влияет на эффективное профессиональное становление студентов в том случае, если она обеспечивает в своих средствах развитие всех компонентов процессуальной и видовой структур деятельности студентов как личности. Это может быть достигнуто на основе построения самостоятельной работы как педагогической модели будущей профессиональной деятельности, а также в процессе выполнения студентами специально разработанного комплекса проблемно-профессиональных задач в теоретическом обучении.

Цель творческих упражнений – научить студентов пользоваться изученным материалом в связной речи, дать возможность каждому высказаться по предложенной теме, употребив изученную лексику в собственной речи.

В качестве примера приведем задание, предлагаемое студентам:

Подготовить выступление к конференции по вопросам культуры речи.

Выполнение таких заданий направлено на развитие сообразительности, умения применять слово в живой речи, способности точно выражать мысль в процессе будущей профессиональной деятельности. Помочь в этом могут эмоционально окрашенные объяснения, открывающие возможность произвольного запоминания.

Так, этимологический анализ слова **подлинный** помогает запомнить его написание.

“Подлинный. Считают, что значение “настоящий, действительный” появилось потому, что при допросе раньше, добываясь истины, били длинными палками – подлинниками”[10, с.240].

Системно организованный словарный минимум и подобранные иллюстративные контексты, а также тексты-образцы способствуют оптимизации

процесса обучения, расширяют речевую компетенцию студентов.

Одним из важнейших речевых умений является умение отличать правильное в речи от неправильного, чувствовать языковую норму. Модели грамматической правильности – это та основа, на которой строится эффективная работа по обогащению лексического запаса студентов, формированию их грамматических навыков. Языковые модели могут использоваться на разных языковых уровнях.

В качестве примеров **моделирования на уровне текста** приведем следующее задание.

Создать связный текст из пяти-шести предложений, употребляя данные слова и словосочетания: федеральный, бюджет, преступить закон, компания, кампания, пресечь, коррупция, инвестировать, коммерческий, криминальный, ответственность, криминогенный [8, с.76].

Построение моделей и работа с ними составляют, на наш взгляд, обязательный и чрезвычайно важный этап овладения умственными действиями. Правильно построенная модель свидетельствует о том, что студент может подвести цепочку логических рассуждений к четкой формуле и в конечном итоге – решить лингвистическую проблему.

Таким образом, метод моделирования можно назвать одним из актуальных, результативных и перспективных методов лингвометодического исследования и практики преподавания.

Лекция – это особый жанр. Для активизации мыслительной деятельности студентов на лекции мы используем проблемное изложение изучаемого материала, обращаемся к опыту и знаниям студентов, подводим слушателей к самостоятельной формулировке выводов. Проблемность может охватывать все элементы лекции – от ее темы до заключительных слов. Можно начать лекцию с ярко-эпизода, афоризма, с риторического вопроса, цитаты. Между тем еще Аристотель утверждал, что обязанность лектора – возбуждать внимание слушателей, когда это нужно, – лежит одинаково



на всех частях речи. Чтобы подчеркнуть, специально выделить мысль, можно, например, использовать выразительный оборот, фигуру речи, можно голосом, жестом или прямо сказать: «Следует подчеркнуть, что...», «Еще раз хочу заметить, обратить внимание» и т. п.

Активизации мыслительной деятельности студентов способствует конструирование ситуации, когда из очевидно неверного посыла путем логических рассуждений студенты приходят к выводу, явно противоречащему имеющимся у них знаниям и представлениям. Обучающимся предлагается найти причину этого несоответствия.

Можно предложить, например, следующий тест.

1. Числительное может обозначать количество предметов.

2. Числительное может отвечать на вопрос **что?**

3. Все числительные могут отвечать на вопрос **какой?**

4. Количественные числительные обозначают номер по порядку.

5. Числительные изменяются по падежам.

Мы полагаем, что формирование современной языковой личности в сфере профессиональной коммуникации невозможно без обучения основам этики общения и речевому этикету.

К сожалению, нередко случаи, когда выпускники экономического факультета вуза испытывают коммуникативные трудности, у них низка языковая культура. Неэффективность работы экономистов с подчиненными можно рассматривать как следствие их необученности правилам решения задач речевого / коммуникативного характера.

К специалисту в области менеджмента предъявляются требования не только высокого профессионального уровня, но и глубокого понимания принципов общения, особенно речевого. В этой связи считаем необходимым дать студентам знания о разнообразных коммуникативных алгоритмах, научить их не только правильному, но и уместному (как теперь говорят, оптимальному) использованию языковых средств в определенной речевой ситуации.

Создать условия для творческого самовыражения студентов-экономистов можно, если организовать, например, проектную разработку ими ситуации коммуникации, ее реализации и рефлексивного осмысления средств и способов речевой деятельности. Проведение деловых бесед, деловых переговоров и пр. требует знания алгоритма речевого поведения.

В качестве домашнего задания студентам предлагается следующее: продумать возможную тему деловых переговоров, связанную с будущей профессиональной деятельностью, и написать возможный вариант проведения деловых переговоров для двух человек, каждый из которых представляет интересы своей организации (фирмы). Затем предлагается разыграть «сценарий» на занятии (с последующим анализом всей группы).

В ходе подготовки к коммуникативным, роле-

вым играм студенты продумывают свои роли, репетируют выступления, проигрывают сценки, тренируются в ответах на возможные вопросы. Перед участниками ролевой игры ставится определенная речевая задача, которая способствует обучению студентов эффективному речевому поведению в запланированном и спонтанном диалогах. Практика работы показывает, что обучение, построенное на овладении репертуаром жанров речи, делает процесс обучения более целенаправленным, открывает новые перспективы в методике обучения, обеспечивает полноценную подготовку к эффективному профессиональному и деловому общению.

Работа с профессиональными текстами позволяет повысить интерес студентов к содержательной стороне речи, к выявлению роли языковых средств, сделав процесс обучения практически значимым.

Мы считаем, что студента, будущего экономиста, следует учить создавать тексты определенной коммуникативной направленности: доклад, характеристика, отчет, деловые письма и т.п.

Выводы

Профессиональная компетентность работника, составляющего деловые бумаги, состоит в том, чтобы фиксировать внимание на проблемных ситуациях и в случае необходимости обращаться к справочной литературе и словарям.

Использование таких инновационных методов обучения, как тренинги, деловые игры, «кейс-стади», эссе, дискуссии и др. направлено на активизацию личностных особенностей студентов, стимулирует желание воспитать в себе коммуникативную культуру, которая выражается в умении развивать эффективное профессиональное и деловое общение.

Список литературы

1. Дудченко, В. С. Основы инновационной методологии [Текст] / В. С. Дудченко. – М., 1996. – 24 с.
2. Коржуев, А. Как формировать критическое мышление? [Текст] / А. Коржуев, В. Попков, Е. Рязанова // Высшее образование в России. – 2001. – № 5. – С. 56.
3. Львов, М. Р. Словарь-справочник по методике русского языка [Текст] / М. Р. Львов. – М., 1997. – 200 с.
4. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка. [Текст] / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – М.: РАН. Институт русского языка им. В.В. Виноградова, 2003. – 719 с.
5. Российское литературное собрание. 21 ноября 2013 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kremlin.ru/news/19665>
6. Тесликова, Н. Н. Основы культуры речи для студентов-юристов [Текст] : учеб.-метод. пособие / Н. Н. Тесликова. – М. : ФЛИНТА : НОУ ВПО «МПСУ», 2014. – 248 с.
7. О Совете при Президенте Российской Федерации по русскому языку [Электронный ресурс] : указ Президента РФ от 9 июня 2014 г. N 409 // Официальный интернет портал правовой информации. – Режим доступа : www.pravo.gov.ru, -



09.06.2014

8 Шанский, Н. М., Школьный этимологический словарь русского языка: Значение и происхождение слов [Текст] / Н. М. Шанский, Т.А. Боброва. - М. : Дрофа, 1997. - 400 с.

9. Ярская-Смирнова, Е. Неравенство или мультикультурализм? [Текст] / Е. Ярская-Смирнова // Высшее образование в России. - 2001. - № 4. - С.109.

INNOVATIVE TECHNIQUES OF CULTURAL AND SPEECH SKILLS IMPROVEMENT OF THE STUDENTS OF THE HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Teslikova Nadezhda N., Candidate of Pedagogics, Honoured teacher of the Russian Federation, professor of the Ryazan branch of Moscow University named for S. Vitte, gedvitte@mail.ru

The paper treats the use of innovation technology in higher educational institutions and their role in professional training of economists. The author describes an experimental application of such methods and forms of teaching as grammar modeling, linguistic analysis of a text, «case-study», business communication training, personal development, communication skills, etc.

Key words: innovative pedagogical technologies, activization of educational process, learning efficiency, cognitive activity, «case-study», business communication, competence.

Literatura

1. Dudchenko V.S. Osnovy innovatsionnoy metodologii [Innovative methodology] [Text]. - M., 1996.-P. 24.
2. Korzhuyev A., Popkov V., Ryazanova E. Kak formirovat kriticheskoye myshleniye? [How to generate critical thinking?] [Text] // Higher education in Russia, 2001, No. 5. - P. 56.
3. Lvov M. P. Slovar-spravochnik po metodike russkogo yazyka [Dictionary on Russian language methodology. 2nd ed., rev] [Text]-M., 1997. - P. 200.
4. Ozhegov S. I. and Shvedova N. Y. Tolkovy slovar russkogo yazyka [Explanatory dictionary of the Russian language. Russian Academy of Sciences. The Institute of Russian language. named for V. V. Vinogradov. 5th edition, rev] [Text] -M., 2003. -P. 719.
5. Rossiyskoye literaturnoye sobraniye [Russian literary Assembly] [Text] <http://www.kremlin.ru/news/19665>
6. Teslikova N. N. Osnovy kultury rechi dlya studentov-yuristov [Fundamentals of speech culture for law students] [Text]. - M: Flinta-Science, 2014.-248 p
7. The presidential decree , 9 th June, 2014, №409 "On the Council under the President of the Russian Federation in the Russian language" Electronic text document prepared by the company "Code" and reconciled. The official Internet portal of legal information www.pravo.gov.ru, 09.06.2014 (scanner-copy)
8. Shanskiy N. M., Bobrova T. A. Shkolny etimologichesky slovar russkogo yazyka [School etymological Russian language dictionary: meaning and origin of words.- 2nd ed]. [Text]- M 6 Drofa; Russian language, 1997.- 400 p.
9. Yarskaya-Smirnova E. Neravenstvo ili multikulturalizm? [Inequality or multiculturalism?] [Text] // Higher education in Russia, 2001, No. 4. -P. 109.





ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ



УДК 633.88:57.083.36

ОЦЕНКА ЦИТОТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА КЛЕТОЧНУЮ ЛИНИЮ M HeLa

БАЛАКИНА Анастасия Александровна, канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории молекулярной биологии, Институт проблем химической физики РАН, 142432, Московская область, г. Черноголовка, elenka291090@mail.ru

КУЗЬМИНА Елена Александровна, elenka291090@mail.ru

ДРЕВОВА Алёна Николаевна, alena90dan@mail.ru

студенты кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

МУБАРАК Маниа Мабрук, аспирант кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства, МСХА имени К.А. Тимирязева; ст. преп. Университета Даманхура, 22516, Даманхур, Египет, Элабадия-комплекс, drmaneeea1981@hotmail.com

КАРСУНКИНА Наталья Петровна, канд. биол. наук, доцент кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства

КАЛАШНИКОВА Елена Анатольевна, д-р биол. наук, профессор кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства, kalash0407@mail.ru

ЧЕРЕДНИЧЕНКО Михаил Юрьевич, канд. биол. наук, доцент кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства, michael.tsch@gmail.com

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Основное внимание в разработке препаратов из растительного сырья, используемых в лечении онкологических заболеваний, уделяется поиску модификаторов биологического ответа. Эта группа биологически активных веществ – ферментов, алкалоидов, различных микроэлементов и регуляторов роста, целенаправленно действуя на опухолевые клетки, оказывает на них цитотоксическое действие, а также стимулирует устойчивость организма к опухолям, усиливая действие терапии при уменьшении токсического действия на организм. Лекарственные растения, содержащие фенольные соединения, флавоноиды, феногликозиды и т.д., играют важную роль в терапии онкологических заболеваний. Эти вещества обладают высокой антиоксидантной активностью, что приводит к нейтрализации свободных радикалов, снижению их концентрации, способствуя стабилизации клеточных мембран; обеспечивают обезвреживание или удаление токсинов, накапливающихся при опухолеобразовании, за счет гепатопротекторного и диуретического эффекта. В данной работе с помощью МТТ-теста на клеточной линии эпителиоидной карциномы шейки матки человека (сублиния HeLa, клон M HeLa) изучали цитотоксическое действие экстрактов из *Hypericum perforatum* L. (семейство Hypericaceae), *Thymus vulgaris* L., *Thymus serpyllum* L., *Mentha pulegium* L. (семейство Lamiaceae). Экстракт из растений зверобоя продырявленного показал цитотоксичность ниже 50 % даже при максимальной концентрации (2500 мкг/мл). Экстракт из растений мяты болотной в той же концентрации привел к почти 100 % гибели опухолевых клеток. Наибольшую эффективность показали экстракты из растений тимьяна обыкновенного и ползучего: уже при концентрации 500 мкг/мл погибло около 50 % клеток. Полученные результаты свидетельствуют о перспективах изучения и использования экстрактов лекарственных растений в терапии онкологических заболеваний.

Ключевые слова: *Hypericum perforatum*, *Thymus vulgaris*, *Thymus serpyllum*, *Mentha pulegium*, M HeLa, МТТ-тест, цитотоксичность, лекарственные травы

Введение

Основным направлением в разработке препаратов, основанных на лекарственном сырье и используемых в терапии онкологических заболеваний, является поиск модификаторов биологических реакций. Это группа биологически активных соединений, которая включает в себя вещества, различные по своему строению, происхождению и свойствам. Данные вещества, целенаправленно действуя на опухолевые клетки, оказывают цито-

токсическое действие, а также стимулируют противоопухолевую устойчивость системы организма в целом, усиливая при этом эффективность терапии путем ослабления токсического воздействия на организм.

Действие фармакотерапевтических механизмов лекарственных растений на организм человека, в первую очередь, основано на действии входящих в них биологически активных веществ (БАВ). К ним относятся ферменты, фитонциды, фенолы,

© Балакина А. А., Кузьмина Е. А., Древова А. Н., Мубарак М. М., Карсункина Н. П.,

Калашникова Е. А., Чередниченко М. Ю., 2015г.



алкалоиды, различные микроэлементы и регуляторы роста, которые являются катализаторами в обмене веществ [4]. Лекарственные растения, содержащие в своем составе флавоноиды и феногликозиды, обеспечивают полное обезвреживание и удаление шлаков и токсинов, накапливающихся при онкологических заболеваниях, благодаря гепатопротекторному и диуретическому действию. В настоящее время проводится изучение молекулярно-генетических механизмов, в основе которых лежит фармакологическое действие средств растительного происхождения.

По данным, которые были получены в результате клинических и экспериментальных исследований, применение фитопрепаратов является очень перспективным направлением в терапии опухолевых заболеваний. Ведущее место занимают лекарственные средства, повышающие противоопухолевую резистентность организма и препятствующие развитию метастаз и рецидивов опухолей, а также снижающие токсические эффекты химиотерапии.

Mahavorasirikul с соавторами установили цитотоксический эффект растительных экстрактов трав (*Atractylodes lancea*, *Kaempferia galanga*, *Zingiber officinale*, *Piper chaba*, *Mesua ferrea*, *Ligusticum sinense*, *Mimusops elengi*), используемых в народной медицине Таиланда, на холангиокарциному (CL-6), гепатокарциному (HepG2) и карциному гортани (Hep-2). Токсическое влияние растительных экстрактов на опухолевые клетки по сравнению с нормальными эпителиальными клетками (HRE) установили при помощи МТТ-теста, в качестве контроля использовался 5-фторурацил. Данные растения показали высокую цитотоксичность: для линии CL-6 IC_{50} составила от 24,09 до 48,23 мкг/мл, для линии Hep-2 – от 18,93 до 32,40 мкг/мл, для HepG2 – от 9,67 до 115,47 мкг/мл. Наиболее перспективным в отношении всех трех линий раковых клеток был признан экстракт имбиря *Zingiber officinale*. Наиболее чувствительной к воздействию экстрактов оказалась линия CL-6, наиболее устойчивой – HepG2. Также было установлено, что тип опухоли и степень злокачественности оказывают влияние на чувствительность раковых клеток к растительным экстрактам [5].

В результате исследований Patel с соавторами была подтверждена противоопухолевая активность карвакрола, содержащегося в эфирном масле душицы обыкновенной и некоторых других лекарственных растений, на клетках рака предстательной железы [6]. Выявлено, что данное соединение индуцирует апоптоз раковых клеток. Далее провели ряд тестов, которые позволили определить пути передачи сигнала апоптоза опухолевых клеток. Предположительно установлено, что токсические концентрации простых фенолов активируют гены P53, рецепторы клеточной смерти [3]. Снижение действия ростовых факторов, которые выделяются клеточным окружением, является сигналом, стимулирующим клетку к апоптозу. Далее идет активация генов рецепторов клеточной смерти FAS, TNF и высвобождение цитохрома

с из митохондрий, происходит запуск каспазного каскада, в результате происходит фрагментирование ДНК и клетки в целом.

За счет антиоксидантной активности тимол и карвакрол играют важную роль в предотвращении образования опухолей. Их антиоксидантная активность объясняется фенольной структурой, а благодаря окислительно-восстановительным свойствам обосновано проявление противooksидательной активности этих соединений.

Rahimifard с соавторами был изучен цитотоксический эффект эфирных масел и экстрактов некоторых видов рода *Mentha*: *M. × piperita*, *M. × spicata*, *M. aquatica*, *M. crispa*, *M. pulegium* и *M. longifolia* – на клеточных линиях Vero, Hep2 и HeLa. Были испытаны различные концентрации эфирных масел и экстрактов. Результаты показали, что все образцы токсичны в отношении клеточных линий Vero, HeLa и Hep2 (IC_{50} 28,1-166,2 мкг/мл) [7].

Shirazi с соавторами оценивали цитотоксичность эфирного масла и метанольного экстракта *Mentha pulegium* L., собранной в Северном Иране. Была проанализирована цитотоксичность на клеточных линиях аденокарциномы яичников человека SK-OV-3, злокачественной карциномы шейки матки HeLa и карциномы легких A549. Результаты показали, что метанольный экстракт не показал цитотоксический эффект, а эфирное масло оказалось мощным цитотоксическим агентом на вышеуказанных трех клеточных линиях. IC_{50} эфирного масла на SK-OV-3, HeLa и A549 составили 14,10; 59,10 и 18,76 мкг/мл, соответственно. Было высказано предположение, что эфирное масло *Mentha pulegium* может рассматриваться как потенциальный токсичный агент на клеточных линиях рака человека и возможный кандидат для использования в химиотерапии рака [8].

Aslani с соавторами оценивали цитотоксический эффект водно-спиртового экстракта *Mentha pulegium* перед цветением на клеточную линию K562 в качестве модели хронического миелолейкоза. Цитотоксичность экстракта *M. pulegium* до цветения оценивали по методу МТТ. Результаты показали, что наибольшее цитотоксическое действие водно-спиртового экстракта с IC_{50} =50 мкг/мл наблюдалось спустя 72 часа после обработки клеточной линии [2].

Таким образом, использование лекарственных трав в виде экстрактов различными растворителями представляет собой чрезвычайно перспективное направление профилактики и лечения онкологических заболеваний, которое нуждается в проведении дальнейших всесторонних испытаний.

Материалы и методы

Растительный экстракт получали на кафедре генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева из микрорастений растений зверобоя продырявленного *Hypericum perforatum* L. (семейство Hypericaceae), тимьяна обыкновенного *Thymus vulgaris* L., тимьяна ползучего *Thymus serpyllum* L., мяты болотной *Mentha pulegium* L. (семейство Lamiaceae), культи-



вируемых *in vitro* на питательной среде Мурасиге и Скуга.

Для получения экстракта брали сухую массу образца (200–500 мг), которую экстрагировали 100 %-ным метанолом (3–5 мл), путем растирания ее в ступке. После этого полученную массу помещали в стеклянные пробирки и оставляли при комнатной температуре на одни сутки. По истечении времени экстракции анализируемый образец дважды фильтровали через фильтровальную бумагу, после чего полученный растительный экстракт лиофильно высушивали.

Выделенный осадок растворяли в дистиллированной воде (1 мл) и стерилизовали через бактериологический фильтр. Полученные экстракты растворяли в культуральной среде в различных концентрациях. Изучение цитотоксичности проводили в лаборатории молекулярной биологии Института проблем химической физики РАН. Для исследования цитотоксичности использовали линию клеток М HeLa (эпителиоидная карцинома шейки матки человека, сублиния HeLa, клон М HeLa, коллекция Института цитологии РАН, Санкт-Петербург). Культивирование опухолевых клеток проводили согласно общепринятой методике [1]. Клетки выращивали на среде ЕМЕМ (Игла-МЕМ) с добавлением 10 % эмбриональной телячьей сыворотки и 1 % NEAA (незаменимые аминокислоты) в атмосфере 5 % CO₂ и температуре 37 °С.

Для проведения экспериментов клетки рассевали в 96-луночные культуральные планшеты с плотностью культуры 50000 кл/мл по 100 мкл среды в лунку. Через 24 ч после посева культуральную среду удаляли и заменяли средой с различ-

ными концентрациями растительных экстрактов. Инкубацию клеток с экстрактами проводили в течение 72 часов.

Повторность в одном эксперименте каждого варианта 8-кратная, представлены данные 3-х независимых экспериментов. Для определения количества выживших клеток использовали метод МТТ-теста. В каждую лунку после 72 часов культивирования наносили 10 мкл раствора МТТ-красителя и инкубировали в стандартных условиях в течение 3 часов. Культуральную среду удаляли водоструйным насосом и окрашенные клетки растворяли в 200 мкл ДМСО. Планшет помещали на шейкер для полного растворения клеток (15–20 мин.). Измерение поглощения проводили при длине волны 570 нм на планшетном фотометре «Эфос». Затем проводили расчет интенсивности МТТ-окрашивания в процентах относительно контроля (контроль – 100 %). Чем выше процент окрашивания, тем выше жизнеспособность клеток и ниже цитотоксичность экстрактов.

Статистическую обработку результатов эксперимента проводили с использованием параметрических критериев Стьюдента и Дункана с помощью программы AGROS (версия 2.11), а также стандартных пакетов программы Windows Excel 2010.

Результаты и обсуждение

Исследования, проведенные с разными видами и сортами растений, показали различный цитотоксический эффект на клетки линии М HeLa. Полученные результаты приведены в таблице и на рисунках 1–3.

Таблица – Цитотоксичность экстрактов различных видов и сортов растений, %

Вид, сорт	Концентрация экстракта, мкг/мл		
	50	500	2500
<i>H. perforatum</i> , дикий тип	3,2a-d	11,0c-e	43,3g-k
<i>H. perforatum</i> , сорт Солнечный	1,5ab	0,0a	34,9e-h
<i>Th. vulgaris</i> , сорт Альпийский мед	3,2a-c	61,6i-m	98,6n-q
<i>Th. serpyllum</i> , сорт Пикантный	2,7-c	45,0e-g	100,0p-s
<i>M. pulegium</i> , сорт Пеннироял	3,2a-d	20,8d-f	100,0p-s
<i>M. pulegium</i> , сорт Соня	0,0a	0,0a	93,5mn

Примечание: варианты, отмеченные одинаковыми буквами, статистически незначимо отличаются по критерию Дункана ($\alpha = 005$).

Так, для зверобоя продырявленного *Hypericum perforatum* L. дикого типа и сорта Солнечный, выращенных *in vitro*, полученные экстракты ни при одной из изученных концентраций не проявили цитотоксичность выше 50 % (рис. 1). Наибольший эффект (43,3 % погибших клеток) при концентрации 2500 мкг/мл наблюдали в случае дикого типа зверобоя. Для сорта Солнечный при той же концентрации наблюдали цитотоксичность экстракта только в 34,9 % случаев.

Иные результаты были отмечены с экстрактами, полученными из растений мяты. В исследовании участвовало два сорта мяты болотной *Mentha pulegium* L. – Пеннироял и Соня. В результате исследований было установлено, что при концен-

трации 500 мкг/мл экстракт растений сорта Соня проявлял большую цитотоксичность, чем экстракт растений сорта Пеннироял (рис. 2). Причем при этих концентрациях цитотоксичность экстрактов не была высокой, и гибель раковых клеток составила всего 20,8 %. Однако с увеличением концентрации до 2500 мкг/мл оба экстракта проявили высокую цитотоксичность, и в этом случае гибель опухолевых клеток составила 100 %. Это согласуется с данными Rahimifard с соавторами, полученными на клеточных линиях Vero, HeLa и Hep2 при использовании эфирных масел и экстрактов некоторых видов рода *Mentha*: *Mentha* × *piperita*, *M.* × *spicata*, *M. aquatica*, *M. crispa*, *M. pulegium* и *M. longifolia* [7].

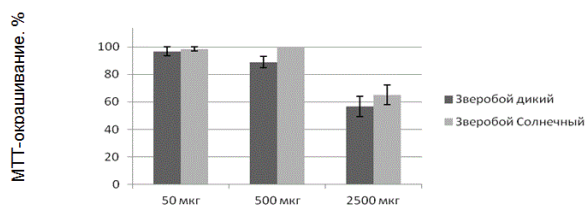


Рис. 1 – Влияние экстракта зверобоя продырявленного *Hypericum perforatum* L.

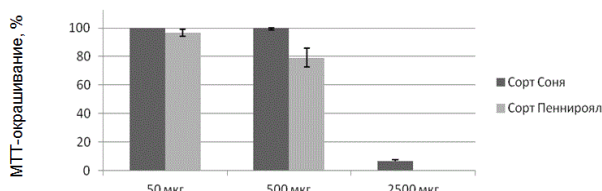


Рис. 2 – Влияние экстракта мяты болотной *Mentha pulegium* L.

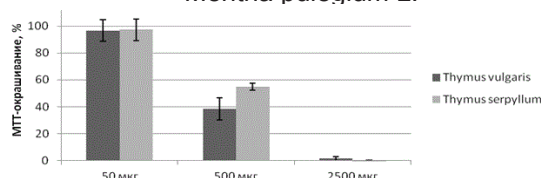


Рис. 3 – Влияние экстрактов тимьяна обыкновенного *Thymus vulgaris* L. и тимьяна ползучего *Thymus serpyllum* L. на жизнеспособность опухолевых клеток М HeLa

В результате проведенных исследований экстрактов тимьяна обыкновенного *Thymus vulgaris* L. и тимьяна ползучего *Thymus serpyllum* L. было установлено, что наибольшей токсичностью для изученной линии клеток обладает экстракт, полученный из растений *Th. serpyllum*. Более 50 % раковых клеток гибнет уже при концентрации 500 мкг/мл. С увеличением концентрации цитотоксичность экстрактов возрастает и достигает 100 % при 2500 мкг/мл. Высокая цитотоксичность, вероятно, связана с тем, что в состав эфирного масла тимьянов, главным образом, входит карвакрол, который обладает цитотоксическим действием.

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что полученные экс-

тракты обладают разной цитотоксичностью для линии раковых клеток М-HeLa и эта реакция видоспецифична, что можно объяснить различным составом вторичных метаболитов в исследуемых растениях. Наибольшим ингибирующим действием обладают экстракты мяты болотной (*Mentha pulegium* L.) и растений рода *Thymus* L. Экстракты, полученные из растений зверобоя, не проявили токсичный эффект на раковые клетки М HeLa. Эти результаты показывают перспективы использования экстрактов некоторых лекарственных трав при лечении онкологических заболеваний.

Список литературы

1. Фрешни, Р.Я. Культура животных клеток. Практическое руководство [Текст] / Р.Я. Фрешни. – М. : Мир, 2011. – 333 с.
2. Aslani, E. Cytotoxic effect of hydroalcoholic extract of *Mentha Pulegium* before flowering on k562 leukemia cell line / E. Aslani, N. Naghsh, M. Ranjbar // *Arak Medical University Journal*. – 2013. – Vol. 16(79). – P. 1-10.
3. Karkabounas, S. Anticarcinogenic and antiplatelet effects of carvacrol / S. Karkabounas, O.K. Kostoula, T. Daskalou // *Experimental Oncology*. – 2006. – Vol. 2. No. 28. – P. 121-125.
4. Lagouri, V. Composition and antioxidant activity of essential oils from *Oregano* plants grown wild in Greece / V. Lagouri, G. Blekas, M. Tsimidou // *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*. – 1993. – Vol. 197. Nr. 1. – P. 20-23.
5. Mahavorasirikul, W. Cytotoxic activity of Thai medicinal plants against human cholangiocarcinoma, laryngeal and hepatocarcinoma cells in vitro / W. Mahavorasirikul, V. Viyanant, W. Chaijaroenkul, A. Itharat, K. Na-Bangchang // *BMC Complementary and Alternative Medicine*. – 2010. – Vol. 10(55). – <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/10/55>
6. Patel, B. Anti-proliferative effects of carvacrol on human prostate cancer cell line, LNCaP / B. Patel, V.R. Shah, S.A. Bavadekar // *The FASEB Journal*. – 2012. – Vol. 26. – P. 1037.5.
7. Rahimifard, N. Effects of Essential Oils and Extracts of some *Mentha* species on Vero, Hela and Hep2 Cell Lines / N. Rahimifard, H. Hajimehdipoor, M.H. Hedayati, O. Bagheri, H. Pishehvar, Y. Ajani // *Journal of Medicinal Plants*. – 2010. – Vol. 9. No. 35. – P. 88-92.
8. Shirazi, F.H. Evaluation of Northern Iran *Mentha pulegium* L. cytotoxicity / F.H. Shirazi, N. Ahmadi, M. Kamalinejad // *DARU*. – 2004. – Vol. 12. Nr. 3. – P. 106-110.

ESTIMATION OF CYTOTOXIC EFFECT OF MEDICINAL HERBAL EXTRACTS ON M HELA CELLS

Balakina Anastasia A., scientific worker, Candidate of Biology, Institute of Problems of Chemical Physics RAS, stasya.balakina@gmail.com

Kuz'mina Elena A., bachelor student, Russian Timiryazev State Agrarian University, elenka291090@mail.ru

Drevova Alyona N., master student, Russian Timiryazev State Agrarian University, alena90dan@mail.ru

Moubarak Maneea M., PhD-student, Russian Timiryazev State Agrarian University, senior lecturer, Damanhur University, drmaneea1981@hotmail.com

Karsunkina Natalya P., associate professor, Candidate of Biology, Russian Timiryazev State Agrarian University

Kalashnikova Elena A., professor, Doctor of Biology, corresponding member of RANS, Russian Timiryazev State Agrarian University, kalash0407@mail.ru



Cherednichenko Mikhail Yu., associate professor, Candidate of Biology, Russian Timiryazev State Agrarian University, michael.tsch@gmail.com

The main focus in the development of products based on medicinal stock and used in cancer treatment is the search for biological response modifiers. This is a group of biologically active compounds: enzymes, alkaloids, various microelements and growth regulators - specifically acting on tumor cells, they have a cytotoxic effect, but also stimulate tumor resistance of an organism, thus strengthening the effectiveness of therapy by reducing the toxic effects on a body. Medicinal plants, which include phenolic compounds, flavonoids, xanthenes etc., occupy an important role in cancer treatment. The substances have a high antioxidant activity that leads to the neutralization of free radicals and to decreasing their concentrations, promoting cell membranes stabilization, provide complete neutralization and removal of toxins that accumulate in cancer due to hepatoprotective and diuretic effects. In this study we used extracts from *Hypericum perforatum* L. (family Hypericaceae), *Thymus vulgaris* L., *Thymus serpyllum* L., *Mentha pulegium* L. (family Lamiaceae). To assess the cytotoxicity we used MTT-test on epithelioid cervical human carcinoma cell line (subline of HeLa, clone M HeLa). Extract of *Hypericum* plants showed cytotoxicity below 50 % even at the maximum concentration (2500 µg/ml). Mint extract at a concentration 2500 µg/ml resulted in almost 100 % tumor cell death. Extracts from *Thymus* plants were the most effective: already at a concentration of 500 µg/ml a half of cells were killed. The results show prospects of studying and using extracts of medicinal herbs in cancer treatment.

Key words: *Hypericum perforatum*, *Thymus vulgaris*, *Thymus serpyllum*, *Mentha pulegium*, M HeLa, MTT-test, cytotoxicity, medicinal herbs

Literatura

1. Freshni R. Ya. *Kultura zhivotnykh kletok: Prakticheskoye rukovodstvo* / R. Ya. Freshni. – M.: Mir, 2011. – 333 p.
2. Aslani, E. Cytotoxic effect of hydroalcoholic extract of *Mentha Pulegium* before flowering on k562 leukemia cell line / E. Aslani, N. Naghsh, M. Ranjbar // *Arak Medical University Journal*. – 2013. – Vol. 16(79). – P. 1-10.
3. Karkabounas, S. Anticarcinogenic and antiplatelet effects of carvacrol / S. Karkabounas, O.K. Kostoula, T. Daskalou // *Experimental Oncology*. – 2006. – Vol. 2. No. 28. – P. 121-125.
4. Lagouri, V. Composition and antioxidant activity of essential oils from *Oregano* plants grown wild in Greece / V. Lagouri, G. Blekas, M. Tsimidou // *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*. – 1993. – Vol. 197. Nr. 1. – P. 20-23.
5. Mahavorasirikul, W. Cytotoxic activity of Thai medicinal plants against human cholangiocarcinoma, laryngeal and hepatocarcinoma cells in vitro / W. Mahavorasirikul, V. Viyanant, W. Chajaroenkul, A. Itharat, K. Na-Bangchang // *BMC Complementary and Alternative Medicine*. – 2010. – Vol. 10(55). – <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/10/55>
6. Patel, B. Anti-proliferative effects of carvacrol on human prostate cancer cell line, LNCaP / B. Patel, V.R. Shah, S.A. Bavadekar // *The FASEB Journal*. – 2012. – Vol. 26. – P. 1037.5.
7. Rahimifard, N. Effects of Essential Oils and Extracts of some *Mentha* species on Vero, Hela and Hep2 Cell Lines / N. Rahimifard, H. Hajimehdipoor, M.H. Hedayati, O. Bagheri, H. Pishehvar, Y. Ajani // *Journal of Medicinal Plants*. – 2010. – Vol. 9. No. 35. – P. 88-92.
8. Shirazi, F.H. Evaluation of Northern Iran *Mentha pulegium* L. cytotoxicity / F.H. Shirazi, N. Ahmadi, M. Kamalinejad // *DARU*. – 2004. – Vol. 12. Nr. 3. – P. 106-110.



УДК 631.6

ИЗУЧЕНИЕ ВОДНО-СОЛЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА МЕЛИОРИРУЕМЫХ ПОЧВАХ ШИРВАНСКОЙ СТЕПИ (НА КЛЮЧЕВОМ УЧАСТКЕ КЮРДАМИРСКОГО РАЙОНА)

МУСТАФАЕВ Фарид Мустафа оглы, докторант, Институт Почвоведения и Агрохимии Национальной Академии Наук Азербайджана, Баку, meliorasiya58@mail.ru

В статье даны подробные сведения о результатах комплексных исследований, проведенных на выбранном опытном участке орошаемых лугово-сероземных почвах Ширванской степи (Кюдамирский район, бывшая хлопководческая опытная подстанция). Было определено, что на этом участке почвы подвержены различной степени засоления и солонцеватости. В почвах количество солей 0,285-2,210 %, минерализация грунтовых вод 3,018-3,358 г/л; pH 8,0-8,6; гумус 1,58-0,26 %; СПО –



20,85-37,09 мг/экв; из СПО Na – в кол-ве 4,57-5,56 %; физический глина – 48,32-54,42 %; CaCO_3 – 11,64-19,23 %; CO_2 5,28 – 6,98; гигроскопическая влажность – 4,8-5,6%; показатель азота – 0,13-0,04 %; количество солей, поступающих с оросительными водами и выводимых дренажом – соответственно 2,91 т/гек и 9,16 т/гек. Учитывая приведенные показатели, с целью улучшения этих земель разработана и представлена система агротехнических и агрометеорологических мероприятий.

Ключевые слова: засоление почвы, количество солей, минерализация, водные свойства, гумус.

Введение

Ширванская степь – одна из древнейших земледельческих зон Азербайджана. В результате длительного антропогенного вмешательства эта степь была подвержена некоторым экологическим изменениям. Исследования показывают, что почвы Ширванской степи были подвержены значительному засолению, что в результате привело к значительному понижению урожайности. Причиной этому было неправильное использование почв, неэффективные работы оросительных и коллекторно-дренажных систем, близость минерализованных грунтовых вод к поверхности и т.п. В результате исследований на опытном участке степи были изучены водно-солевой состав и баланс солей, на основе чего был подготовлен комплекс агрометеорологических мероприятий.

Ширванская степь – самая большая часть Кура-Аразской равнины, ее площадь равна 859,7 тыс. гектар. Она расположена на левом берегу Куры, с запада ограничена Мингечаурским водохранилищем, а на востоке простирается до Ленгеза и предгорий Большого и Малого Хаарами. Высота этой части равнины варьирует от 150-200 м до 25,6-25,8 м у побережья Каспия. Общая наклонность равнины – на юг и юго-восток. Средняя годовая температура составляет 14-15°, среднегодовое количество осадков меняется от 254 до 510 мм. Уровень грунтовых вод стабилен. Питанием для них являются осадки, речные воды и протыкаемые из оросительных систем. Уровень грунтовых вод от Куры в сторону предгорий увеличивается. Вдоль Куры в полосе 5-6 км он составляет 1 м, в конусе выноса р. Геокчай – 1,5-2,0 м. Минерализация грунтовых вод также различна – от 0,5 г/л до 30-50 г/л, в некоторых местах до 100 г/л. По химическому составу эти воды гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные. Почвы Ширванской степи меняются от светло-каштановых до серо-бурых, в конусах выноса и под тугайными лесами – до серо-луговых; местами эти почвы засолены [1,2,3].

Объект исследования и методика

Объектом исследования была хлопководческая Кюрдамирская подопытная станция. Почвы и водные образцы брались по общепринятой методике [4]. Водно-солевой баланс определяли по формуле С.Ф.Аверьянова [5]. Результаты анализов показывают, что на исследуемой территории прослеживаются незасоленные, слабо, средне засоленные и сильно засоленные почвы. По гра-

нулометрическому составу их можно разделить на глинистые, тяжело-глинистые и суглинистые почвы.

Результаты и обсуждение

В последние годы охрана почв, почвенных ресурсов была закреплена правительством в своде законов, в том числе в продовольственной программе Азербайджана 2008-2015 годов, направленной на улучшение плодородности почв и регулировку экологических изменений. Исследования показывают, что в результате экологических изменений снизилась плодородность почв, что в результате привело к падению урожайности на 20-25%. На этой территории по гранулометрическому составу почвы тяжелые, водонепроницаемые, согласно грациям в различной степени засоленные. Исследования показывают, что почвы Ширванской степи пришли к такому состоянию в результате неэффективной работы коллекторно-дренажной сети [6,7,8]. На Кюрдамирской хлопковой испытательной станции были поставлены почвенные разрезы глубиной до двух метров, где исследовалось количество солей. Результаты анализов показывают, что распространение солей по профилю различно (табл.1). Из таблицы 1 видно, что по грациям почвы меняются от слабо засоленных до сильно засоленных, иногда количество солей превосходит предел допустимости, т.е. выше 0,20 %; растительность на таких почвах представлена очень слабо. В целом уровень грунтовых вод близок к поверхности; количество физической глины выше 50 %, что уменьшает плодородность почвы. Количество солей по профилю меняется: в более глубоких слоях оно постепенно увеличивается. По составу солей: количество ионов Cl меняется от 0,022 до 0,057%; SO_4 – от 0,015 до 1,430 %, кальция – от 0,035 до 0,155 %, магния – от 0,010 до 0,063 %, Na+K – от 0,010 до 0,436 %. Засоление почв в основном носит сульфатно-хлоридный характер. Из образцов по методу Качинского был определен гранулометрический состав почв, затем pH, CO_2 , CaCO_3 , гигроскопическая влага, гумус, количество поглощенных оснований. Результаты показаны в таблицах 2,3,4. Из таблиц видно, что количество физической глины меняется от 48,32 до 54,42 %. В целом во всех разрезах по профилю количество физической глины увеличивается. Гигроскопическая влажность меняется от 4,57 до 5,57 %, CO_2 – от 5,28 до 6,98 %, CaCO_3 – от 11,64 до 19,23 %. Поглощенные основания меняются от 20,85 до 37,09 мг.экв., поглощенный Na – от 4,57 до 5,56 %.



Таблица 1 – Изменение количества солей на ключевом участке

№ раз- реза	Глубина, см	Мг. экв							%							Сумма солей, %	Плотный остаток, %
		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+K		
К-4	0-26	0,00	1,10	0,88	3,08	2,88	1,76	0,42	0,00	0,067	0,031	0,148	0,058	0,021	0,010	0,335	0,356
	26-51	0,00	1,00	0,75	3,25	2,50	1,75	0,75	0,00	0,061	0,026	0,156	0,050	0,021	0,017	0,331	0,343
	51-85	0,00	0,90	0,63	2,52	2,13	1,00	0,92	0,00	0,055	0,022	0,121	0,043	0,012	0,021	0,274	0,285
	85-109	0,00	0,95	0,88	2,39	1,75	0,87	1,60	0,00	0,058	0,031	0,115	0,035	0,010	0,037	0,286	0,308
	109,14	0,00	0,90	0,75	5,16	2,25	1,12	3,44	0,00	0,055	0,026	0,248	0,045	0,013	0,079	0,466	0,496
К-5	137-184	0,00	0,85	1,00	5,52	1,88	1,13	4,36	0,00	0,052	0,035	0,265	0,038	0,014	0,101	0,505	0,527
	0-21	0,00	0,75	1,38	16,95	7,13	4,25	7,70	0,00	0,046	0,048	0,814	0,143	0,051	0,177	1,279	1,241
	21-53	0,00	0,65	1,50	25,61	6,88	4,13	16,75	0,00	0,040	0,053	1,230	0,138	0,050	0,385	1,896	1,810
	53-92	0,00	0,70	1,25	23,78	6,50	4,12	15,11	0,00	0,043	0,044	1,142	0,130	0,049	0,348	1,756	1,812
	92-127	0,00	0,65	1,50	25,15	6,38	4,00	16,92	0,00	0,040	0,053	1,208	0,128	0,048	0,389	1,866	1,870
К-6	127-200	0,00	0,90	1,63	24,67	5,63	2,63	18,94	0,00	0,055	0,057	1,185	0,113	0,032	0,436	1,878	1,891
	0-19	0,00	0,75	0,75	19,11	7,63	4,75	8,23	0,00	0,046	0,027	0,918	0,153	0,057	0,189	1,390	1,450
	19-51	0,00	0,70	1,00	21,99	7,38	4,63	11,68	0,00	0,043	0,035	1,056	0,148	0,056	0,269	1,607	1,690
	51-97	0,00	0,60	1,13	29,21	7,50	5,25	18,19	0,00	0,037	0,040	1,430	0,150	0,063	0,418	2,138	2,210
	97-139	0,00	0,65	1,38	26,27	7,75	4,12	16,43	0,00	0,040	0,048	1,262	0,155	0,049	0,378	1,932	2,020
	139-200	0,00	0,70	1,25	23,61	7,13	4,38	14,05	0,00	0,043	0,044	1,134	0,143	0,053	0,323	1,740	1,820

Таблица 2 – Изменение гранулометрического состава почв на ключевом участке

№ разреза	Глубина, см	Диаметры фракции (мм) %							
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005- 0,001	< 0,001	< 0,01	
К-4	0-26	0,79	29,91	19,80	14,70	16,32	18,48	49,50	
	26-51	0,82	24,12	24,32	13,34	15,18	22,22	50,74	
	51-85	0,64	27,08	20,28	15,64	17,04	19,32	52,00	
	85-109	0,82	19,40	25,36	15,10	17,12	22,20	54,42	
	109-137	0,78	19,70	26,06	13,90	15,32	24,24	53,46	
	137-184	0,76	23,68	24,00	14,78	15,26	21,52	51,56	
К-5	0-21	0,84	26,66	22,36	13,42	15,28	21,44	50,14	
	21-53	1,04	29,32	21,32	14,74	14,54	19,04	48,32	
	53-92	0,70	24,74	22,08	15,04	16,36	21,08	52,48	
	92-127	0,48	21,10	24,24	16,38	16,34	21,46	54,18	
	127-200	0,46	22,14	24,12	15,72	15,42	22,14	53,28	
	0-19	0,80	24,96	23,60	11,56	18,72	20,36	50,64	
К-6	19-51	0,71	22,95	23,62	15,19	17,03	20,50	52,72	
	51-97	0,90	25,44	21,72	14,58	17,28	20,08	51,94	
	97-139	0,58	20,02	26,24	13,12	15,28	24,76	53,16	
	139-200	0,68	22,80	23,76	13,20	19,52	20,04	52,76	



Таблица 3 – Изменение некоторых показателей на ключевом участке

№ раз-реза	Глубина, см	Поглощенные основания, мг.экв.			Сумма поглощенных оснований, мг.экв.	От суммы поглощенных оснований, %			Гумус, %	pH	CO ₂ , %	СаСО ₃ , %	Гигроскопическая влага %	Азот, %
		Са	Mg	Na		Са	Mg	Na						
К- 4	0-26	15,13	8,74	1,20	25,07	60,35	34,86	4,79	1,58	8,0	6,60	15,00	5,2	0,13
	26-51	12,50	7,25	1,10	20,85	59,95	34,77	5,28	1,14	8,1	6,41	14,57	4,8	0,12
	51-85	13,16	7,38	1,21	21,75	60,51	33,93	5,56	0,82	8,3	6,79	15,43	4,9	0,11
	85-109	14,21	7,84	1,25	23,30	60,98	33,65	5,37	0,55	8,2	6,60	15,00	5,6	0,08
	109-14	14,65	8,32	1,32	24,29	60,31	34,25	5,44	0,48	8,2	6,98	15,86	5,4	0,06
К- 5	137-184	15,21	8,21	1,28	24,70	61,58	33,24	5,18	0,41	8,1	7,35	16,72	5,0	0,05
	0-21	17,38	11,15	1,50	30,03	57,87	37,13	5,00	1,41	8,5	5,12	11,64	5,2	0,12
	21-53	15,13	10,80	1,37	27,30	55,42	39,56	5,02	0,93	8,6	5,47	12,43	4,8	0,11
	53-92	15,25	11,32	1,41	27,98	54,50	40,46	5,04	0,77	8,5	5,84	13,27	4,9	0,09
	92-127	15,61	11,60	1,54	28,75	54,29	40,90	5,35	0,38	8,5	6,60	15,00	5,1	0,07
К-6	127-200	15,77	12,09	1,51	29,37	53,69	41,16	5,15	0,26	8,6	6,22	14,15	5,0	0,05
	0-19	20,88	13,60	1,65	36,13	57,79	37,64	4,57	1,31	8,3	5,28	12,00	4,8	0,10
	К-6	20,63	12,17	1,60	34,40	59,97	35,38	4,65	1,03	8,4	5,66	12,86	5,0	0,10
	51-97	20,85	12,46	1,62	34,93	59,69	35,67	4,64	0,71	8,5	6,03	13,72	4,9	0,09
	97-139	21,23	13,00	1,62	35,85	59,22	36,26	4,52	0,46	8,3	6,41	14,57	5,4	0,07
	139-200	22,31	13,10	1,68	37,09	60,15	35,32	4,53	0,28	8,4	6,22	14,15	5,1	0,04



Количество гумуса меняется от 2,54 до 0,51 %, количество общего азота от 0,14 до 0,04 %. Учитывая все это, можно сказать, что на ключевом участке почвы слабо обеспечены питательными элементами. Согласно значению pH и количеству поглощенных оснований Na – эти почвы слабой солонцеватости.

Для изучения влияния на почвы опытного участка работающих здесь дренажно-коллекторной и поливной сетей из их вод были отобраны образцы, в которых изучали изменение минерализации. Исследования показали, что минерализация вод сетей была высокой и колебалась в пределах соответственно 6,75-7,83 г/л и 8,36-12,25-г/л. Для полива опытного участка используют воды реки Гирдыманчай. В них минерализация вод колеблется в пределах 1,032-1,205 г/л, в летние месяцы их минерализация бывает несколько выше.

Изучение физико-химических свойств почв этой территории показало, что они по гранулометрическому составу относятся к тяжелым со слабой водопроницаемостью. В результате неэффективной работы дренажно-коллекторной сети грунтовые воды на таких почвах расположены близко к поверхности; высокая минерализация и высокое содержание в них солей способствуют ухудшению водно-физических свойств, а впослед-

ствии и снижению урожайности культур. Учитывая водопроницаемость почв и их гранулометрический состав, на обоих опытных участках рекомендуется проведение временных дрен с междренним расстоянием 25-50 м и глубиной 0,5-0,8 м; в конце участка – проведение на глубине 1,0-1,5 м временного водоотвода для протекания излишка грунтовых вод в постоянные дренажи.

Коллекторно-дренажная сеть на этом участке Ширванской степи требует восстановления. С этой целью нужно изучить минерализацию грунтовых вод, подпитывающих эту территорию. Нами были переведены соответствующие анализы, они представлены в таблице 4. Анализы показывают, что минерализация грунтовых вод по разрезам различна и меняется от 3,018 до 3,358 г/л. В водных образцах в составе анионов были представлены ионы CO_3 , ионы же HCO_3 менялись в пределах 0,585-0,648 г/л, ионы хлора – от 0,610 до 0,675 г/л, ионы SO_4 – от 0,795 до 0,820 г/л. На исследуемых почвах выращивался солеустойчивый сорт пшеницы, в связи с чем минерализация грунтовых вод упала в 2014 году до 4,35-3,75 г/л. Чтобы исследовать изменение солевого состава на этом участке, были взяты почвенные образцы и проведен их химический анализ; результаты представлены в таблице 5.

Таблица 4 – Изменение минерализации грунтовых вод на ключевом участке

№ разреза	CO_3		HCO_3		SO_4		Cl		Минерализация, г/л
	мг-экв	г/л	мг-экв	г/л	мг-экв	г/л	мг-экв	г/л	
К-4	----	---	9,590	0,585	16,552	0,795	17,429	0,610	3,255
К-5	----	---	10,623	0,648	17,072	0,820	19,286	0,675	3,018
К-6	----	---	10,475	0,639	16,968	0,815	18,514	0,648	3,358

Таблица 5 – Изменение минерализации Гирдиманчай

№ разреза	CO_3^{2-}		HCO_3^-		SO_4^{2-}		Cl^-		Минерализация, г/л
	мг-экв	г/л	мг-экв	г/л	мг-экв	г/л	мг-экв	г/л	
Гирдиманчай	----	---	2,787	0,170	10,202	0,490	3,143	0,110	1,032
Гирдиманчай	----	---	2,459	0,150	11,284	0,542	6,286	0,220	1,205

Анализ водных образцов из рек Гирдиманчай показал, что отсутствуют ионы CO_3 , ионы HCO_3 менялись в пределах 0,170-0,150 г/л, ионы хлора – от 0,110 до 0,220 г/л, SO_4 – от 0,430 до 0,542 г/л.

Минерализация воды менялась от 1,032 до 1,205 г/л. Вместе с тем в наши исследования

входило изучение элементов, поступающих в почву с атмосферными осадками, дренажом. Чтобы изучить состав солей, приносимых орошаемыми водами, вычислялось количество приносимых вод. Общее количество поливной воды составляло 2600 м³/га, количество солей, входящих в состав этой воды, вычислялось по формуле [5]:

$$S_v = V \cdot S_m$$

где S_v – количество солей в воде, т/га;

V – общее количество поливной воды, м³/га;

S_m – минерализация поливных вод, г/л.

На основе этой формулы можно подсчитать что $S_v = V \cdot S_m = 2600 \text{ м}^3/\text{га} \cdot 1,118 \text{ г/л} = 2,91 \text{ т/га}$

Таким образом, вместе с поливной водой в почву поступило 2,91 т/га солей. Было изучено также количество солей, поступающих с дренажом. Общее количество дренажной воды – 1750-1800 м³/га, ее минерализация менялась от 4,35 до 5,98 г/л. Для определения количества солей, отводимых с дренажной водой, была использована формула:



$$S_d = D \cdot S_{dm}$$

где S_d – соли, отводимые дренажной водой, т/га;

D – дренажный сток, м³/га;

S_{dm} – минерализация дренажных вод, г/л.

Отсюда:

$$S_d = D \cdot S_{dm} = 1775 \text{ м}^3/\text{га} \cdot 5,16 \text{ г/л} = 9,16 \text{ т/га}$$

Таким образом, исследования показывают, что количество солей, отводимых дренажной водой, больше, чем поступающих с поливной водой.

Выводы

1. Результаты анализов показывают, что количество солей по профилю меняется от 0,285 до 2,210 %; минерализация грунтовых вод меняется в пределах 3,018-3,358 г/л; pH – от 8,0 до 8,6; гумус – от 1,58 до 0,26 %; поглощенные основания – от 20,85 до 37,09 мг.экв.; количество Na – от 4,57 до 5,56 %; физическая глина – от 48,32 до 54,42 %; CaCO₃ – от 11,64 до 19,23 %; CO₂ – от 5,28 до 6,98 %; гигроскопическая влага – от 4,57 до 5,56 % и количество азота – от 0,13 до 0,04 %.

2. Установлено, что на ключевом участке общий запас солей составляет 125,55 т/га (0-200 см); солей, поступающих с поливной водой – 2,91 т/га и солей, отводимых с дренажом – 9,16 т/га.

3. Исследование показывает, что в целом почвы на ключевом участке слабо- и среднесолонные, слабой солонцеватости. Они требуют глубокой вспашки, внесения органических и минеральных удобрений, а также проведения малых мелиоративных работ: проведения временных дренажей и собирателей.

Список литературы

1. Абдуев, М.Р. Ускоренная мелиорация глинистых солончаках Азербайджана [Текст] / М. Р. Абдуев. – Баку : Элм, 1977. – 109 с.

2. Мамедов, Г. Ш. Основы почвоведения и гео-

графии почв [Текст] / Г. Ш. Мамедов. – Баку : Элм, 2007. – 664 с.

3. Азизов, Г. З. Водно-солевой баланс мелорируемых почвогрунтов Кура-Аразской низменности и научный анализ его результатов [Текст] / Г. З. Азизов. – Баку : Элм, 2006. – 258 с.

4. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв [Текст] / Е. В. Аринушкина. – М., 1970. – 488 с.

5. Аверьянов, С. Ф. Некоторые вопросы предупреждения засоления орошаемых земель меры борьбы с ним в Европейской части СССР [Текст] / С. Ф. Аверьянов // Орошаемое земледелие в Европейской части СССР. М. : Колос, 1965. – С.1-58.

6. Мустафаев, М. Г. Эффективность проводимых мелиоративных мероприятий и их оценка [Текст] / М. Г. Мустафаев // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2012. – С.187-190.

7. Мустафаев, Ф. М. Изменение минерализации грунтовых вод на ключевом участке Ширванской степи [Текст] / Ф. М. Мустафаев // XXI Международ. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 7-11 апреля. – М. : МГУ, Макспресс, 2014. – С.142-143.

8. Мустафаев, М. Г. Оценка глубины опреснения почво-грунтов на мелиорируемых землях Кура-Араксинской низменности. [Текст] / М. Г. Мустафаев, Г. Г. Джебраилова, Ф. М. Мустафаев // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Выпуск 9 [Текст] : сборник научных трудов, вып. 9. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С.141-148.

INVESTIGATION OF THE WATER-SALT ELEMENTS IN THE MELIORATED SOILS OF THE SHIRVAN PLAIN (IN THE KEY AREA OF KURDAMIR REGION)

Mustafayev Farid M. doktorant, Institute of Soilscience and Agro chemistry of Azerbaijan National Academy of Science, Baku, meliorasiya58@mail.ru

The thorough information about the complex researches consequences being selected ducted in the experiment area of the Shirvan plain irrigative meadow-grey soils, it was established that the soils exposed to salinization and solonetzification to different degree in the same area. The salts number in the soils were 0,285-2,210%, ground watres mineralization was 3,018-3,358 g/l; pH 8,0-8,6; humus 1,58-0,26%; SAB 20,85-37,09 mg-ekv.; Na quantity from SAB(sum of absorbed bases) 4,57-5,56 %; physical clay- 48,32-54,42 %; CaCO₃ 11,64-15,86 %, CO₂ 5,28-6,98 % hygroskopik humidity 4,8- 6,6 % nitrogen indication 0,13-0,04 %, the salts quantity entering by the irrigative waters and rlmoving by drainage was accordingly 2,91 t/h and 9,16 t/h. Tking account these parameters, with the purpose of improving the same soils, the agrotech-nical and agromeliorative measures system was prepared and offered.

Key words: soil salinization , salts quantity, mineralization, aquatic propeties, humus, deposit of salts .

Literatura

1. Abduev, M.R. Uskorennaya melioraciya na glinistyx solonchakakh Azerbaydzhana [Tekst] / M.R. Abduev. – Baku : Ehlm, 1977. – 109 s.

2. Mamedov, G.Sh. Osnovy pochvovedeniya i geografii pochv [Tekst] / G.Sh. Mamedov. – Baku : Ehlm, 2007. – 664 s.

3. Azizov, G.Z. Vodno-solevoy balans melioriruemykh pochvogruntov Kura-Arazskoy nizmennosti i nauchny analiz ego rezul'tatov [Tekst] / G.Z. Azizov. – Baku : Ehlm, 2006. – 258 s.

4. Arinushkin, E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv [Tekst] / E.V. Arinushkina. – M., 1970. – 488 s.

5. Aver'yanov, S.F. Nekotorye voprosy preduprezhdeniya zasoleniya oroshaemykh zemel' i mery bor'by s nim v Evropeyskoy chasti SSSR [Tekst] / S.F. Aver'yanov // Oroshaemoe zemledelie v Evropeyskoy chasti SSSR. M. : Kolos, 1965. – S.1-58.



6. Mustafaev, M.G. *Ehffektivnost' provodimykh meliorativnykh meropriyatiy i ikh ocenka [Tekst]* / M.G. Mustafaev // *Ehkologicheskoe sostoyanie prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskie aspekty sovremennykh meliorativnykh tekhnologiy : materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Ryazan' : RGATU, 2012 . - S.187-190.*

7. Mustafaev, F.M. *Izmenenie mineralizatsii gruntovykh vod na klyuchevom uchastke Shirvanskoy stepi [Tekst]* / F.M. Mustafaev // *XXI Mezhdunarod. nauch. konfer. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, 7-11 aprelya. - M. : MG, Makspress, 2014. - S.142-143.*

8. Mustafaev, M.G. *Ocenka glubiny opresneniya pochvo-gruntov na melioriruemykh zemlyakh Kura-Araksinskoy nizmennosti [Tekst]* / M.G. Mustafaev, G.G. Dzhebrailova, F.M. Mustafaev // *Sovremennye ehnergo-i resursosberegayushchie, ehkologicheski ustoychivye tekhnologii i sistemy sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva. Vypusk 9 [Tekst] : sbornik nauchnykh trudov, vyp. 9. – Ryazan' : RGATU, 2011. - S.141-148.*



УДК 664.84:637.072

ТОВАРОВЕДНАЯ ОЦЕНКА СОЛЕННЫХ ОГУРЦОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СЫРЬЯ И СРОКА ХРАНЕНИЯ

САВИНА Ольга Васильевна, профессор, д-р с.-х. наук, профессор кафедры товароведения и экспертизы, savina-999@mail.ru

СЕДОВА Наталья Николаевна, магистрант кафедры товароведения и экспертизы
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева

Целью исследований явилось изучение влияния сортовых особенностей сырья и срока хранения на потребительские свойства соленых огурцов. Исследования проводили в лаборатории кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства (ТПХППР) РГАТУ. Для исследований использовали плоды двух гибридов огурцов первого поколения «Адам» и «Алекс», пригодные для возделывания в Рязанской области. Для засолки отбирали здоровые, без повреждений, правильной формы плоды. Морфологическая оценка отобранных плодов выявила их полное соответствие требованиям ГОСТ 1726-85 [1] и пригодность для соления. Рассортированные и тщательно вымытые огурцы и специи укладывали в банки и заливали предварительно подготовленным раствором поваренной соли 4 %-ой концентрации. После заливки огурцов рассолом банки помещали в темное место при комнатной температуре. Конец брожения определяется по цвету огурцов (оливковый) и понижению уровня рассола в банке. Хранение соленых огурцов осуществляли в холодильнике при температуре +10 °С. Качество соленых огурцов оценивали через 3, 6 и 9 месяцев хранения по комплексу органолептических и физико-химических показателей в соответствии с ГОСТ Р 53972-2010. Органолептическая оценка продукции унифицированным балловым методом показала, что за 9 месяцев хранения соленые огурцы гибрида «Адам F1» почти не изменили свое качество, суммарный балл качества снизился незначительно и составил 94,5. Соленые огурцы гибрида «Алекс F1» заметно ухудшили свое качество уже после 6 месяцев хранения – плоды стали слегка морщинистыми и по консистенции мягковатыми. По истечении 9 месяцев хранения органолептические показатели данного образца еще более ухудшились, и продукт набрал всего 78,7 балла. Физико-химические исследования выявили, что через 9 месяцев хранения массовая доля титруемых кислот у огурцов гибрида «Адам» снизилась на 0,14% по сравнению с первоначальным, но соответствовало требованиям ГОСТ. У образца «Алекс F1» снижение содержания титруемых кислот происходило значительно быстрее и при сроке хранения 9 мес. огурцы не соответствовали требованию ГОСТ по данному показателю. Также в процессе хранения соленых огурцов происходило снижение содержания сухих веществ в плодах, что снижало пищевую ценность продукта. Более существенные потери сухих веществ произошли у плодов гибрида «Алекс F1». Таким образом, проведенная товароведная оценка соленых огурцов выявила, что снижение потребительских свойств продукции в процессе хранения в сильной степени зависит от сортовых особенностей используемого сырья. Более пригодным для засолки оказался гибрид «Адам F1», так как он лучше сохраняет качество соленых огурцов по истечении 9 месяцев, чем гибрид «Алекс F1».

Ключевые слова: соленые огурцы, сортовые особенности, гибриды, потребительские свойства, товароведная оценка, органолептические показатели, физико-химические показатели

Введение

Соленые огурцы – традиционное блюдо славянской кухни. Это блюдо, которое готовят из огурцов посредством соления с добавлением разнообразных специй. На сегодняшний момент су-

ществует великое множество сортов и гибридов огурцов, однако не все они пригодны для производства соленой продукции. Пригодность сортов и гибридов огурцов для засолки определяется способностью обеспечивать высокое качество со-



ленной продукции на протяжении всего срока её использования. Поэтому товароведная оценка качества соленой огурцов в зависимости от сортовых особенностей и срока хранения имеет важное практическое значение для обеспечения бесперебойного снабжения населения качественными продуктами питания.

Цель, объекты и методы исследований

Целью исследований явилось изучение влияния сортовых особенностей сырья и срока хранения на потребительские свойства соленых огурцов.

Для исследований использовали два гибрида первого поколения: «Адам F1» и «Алекс F1», разрешенные для возделывания в Рязанской области. Морфологическая характеристика плодов исследуемых гибридов огурцов представлена в таблице 1. Данные таблицы свидетельствуют о том, что огурцы обоих гибридов полностью соответствуют требованию ГОСТ 1726-85 [1] и могут использоваться для соления.

Соление огурцов проводили в условиях лаборатории кафедры ТПХППР РГАТУ. Для засолки отбирали здоровые, без повреждений, правильной формы плоды. Отсортированные и тщательно вымытые огурцы и специи укладывали в банки и заливали предварительно подготовленным раствором поваренной соли 4 %-ой концентрации. После заливки огурцов рассолом банки помещали в темное место при комнатной температуре. Конец брожения определялся по цвету огурцов (оливковый) и понижению уровня рассола в банке. Хранение соленых огурцов осуществляли в холодильнике при температуре +10 °С.

Качество соленых огурцов оценивали через 3, 6 и 9 месяцев хранения по комплексу органолептических и физико-химических показателей в соответствии с ГОСТ Р 53972-2010 [2]. Для количественной оценки органолептических показателей разработали схему-таблицу с характеристикой качественных уровней единичных показателей (табл. 2).

Таблица 1 – Морфологическая характеристика плодов исследуемых гибридов огурцов

Наименование показателя	Значение показателя по образцам	
	Адам F1	Алекс F1
Внешний вид	Зеленец цилиндрический, зеленый до темно-зеленого с короткими светлыми полосами и слабой пятнистостью, мелкобугорчатый (бугорки расположены часто), опушение белое.	Зеленец короткий, зеленый до темно-зеленого с очень короткими полосами и слабовыраженной пятнистостью, слаборебристый. Поверхность мелкобугорчатая, опушение белое, плотное.
Внутреннее строение	Мякоть плотная, с недоразвитыми водянистыми, нежесткими семенами	
Размер плодов, см: длина наибольший поперечный диаметр	От 8 до 10	От 8,5 до 10
	От 3 до 3,7	От 3,5 до 4,0

Таблица 2 – Схема-таблица для балльной оценки органолептических показателей соленых огурцов

Показатель, коэффициент весомости (Кв)	Характеристика показателя	Оценочный балл
Внешний вид Кв=3	Огурцы целые, не мятые, не сморщенные, без механических повреждений, удлиненной правильной формы	5
	Допускаются плоды с легкой морщинистостью и искривлениями, не уродующими форму плода	4
	Плоды искривленные, морщинистые	3
	Плоды поврежденные, кривые, завядшие, сильно поврежденные	2
Цвет Кв=2	Равномерный, зеленовато-оливковый, одинаковый у всех плодов	5
	Равномерный, зеленовато-оливковый, единичные плоды более светлые или более темные	4
	Неравномерный, оливковый разных оттенков	3
	Сильно неравномерный, с пятнами и ожогами	2
Рассол Кв=1	Прозрачный, приятного аромата, солоновато-кисловатого вкуса, несколько более острого, чем у огурцов	5
	Слегка мутноватый и кисловатый	4
	Мутный, кислый	3
	Сильно мутный, сильно кислый или горьковатый	2
Консистенция Кв=5	Огурцы крепкие без пустот, мякоть плотная, полностью пропитанная рассолом, хрустящие	5
	Огурцы крепкие, чуть менее хрустящие	4
	Отдельные плоды с внутренними пустотами, слегка размягченной или твердой мякотью	3
	Огурцы с пустотами, сухой не хрустящей мякотью или размягченные	2



Продолжение таблицы 2

Вкус и запах Кв= 9	Чистый, гармоничный, солоновато-кисловатый, пряный, очень ин-5	
	тенсивный	
	Менее гармонично-пряный, интенсивный	
	С преобладанием одного компонента или менее пряный, малоинтен-3	
	сивный	
	Малогармоничный или малопрямый, с неприятным привкусом и по-2	
	сторонним запахом	

Дегустационную оценку соленых огурцов проводила комиссия из 9 человек. На стадии обработки дегустационных листов отдельных экспертов рассчитывали среднюю оценку по единичным показателям и стандартное отклонение для каждого единичного показателя (S) по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{n} - \bar{X}^2}$$

где $\bar{X}$ – среднеарифметическое значение оценки единичного показателя;

$\bar{X}^2$ – квадрат среднеарифметического значения показателя;

$\sum_{i=1}^n X_i^2$ – сумма квадратов оценок отдельных экспертов;

Суммарный балл качества образца рассчитывали, как сумму произведений оценок единичных показателей на соответствующие коэффициенты весомости показателей. По суммарному баллу судили о качестве исследуемых образцов огурцов. Продукт отличного качества должен иметь выше 90 баллов, хорошего качества – от 80 до 90 включительно, удовлетворительного – от 79 до 60 баллов включительно. Образцы, получившие ниже 60 баллов, считаются непригодными в пищу [3].

Физико-химическими методами определяли следующие показатели соленых огурцов: массовая доля титруемых кислот в расчете на молочную – по ГОСТ 25555.0; массовая доля составных частей – по ГОСТ 8756.1; содержание сухих веществ в плодах – методом высушивания навески измель-

ченных огурцов при 105°C до постоянной массы [4].

Результаты исследований

Исследования показали, что в процессе хранения соленых огурцов закономерно происходит ухудшение потребительских свойств продукции. Однако, у изучаемых образцов снижение качества происходило неодинаково. В таблице 3 приведены результаты оценки органолептических показателей соленых огурцов через 3, 6 и 9 месяцев хранения. Анализируя таблицу 3, можно сказать, что в процессе хранения соленые огурцы гибрида «Адам F1» почти не изменили свои органолептические показатели. По истечению 3-х и 6-ти месяцев хранения продукт имел отличное качество (99,1 и 98,8 балла, соответственно). После 9-ти месяцев хранения существенных изменений также не произошло, за исключением того, что огурцы стали слегка морщинистые; суммарный балл качества немного понизился и составил 94,5 балла, но это также отличная категория качества.

Качество соленых огурцов сорта «Алекс F1» через 3 месяца хранения мало уступало по всем показателям сорту «Адам F1», однако по истечении 6 месяцев хранения огурцы стали слегка морщинистые и по консистенции мягковатые, не хрустящие. Суммарный балл качества составил 89,2, что характеризует данный образец как продукт хорошего качества. По истечении 9 месяцев хранения органолептические показатели огурцов данного сорта еще более ухудшились, и продукт набрал всего 78,7 балла – удовлетворительное качество.

В процессе хранения также происходило изменение физико-химических показателей качества соленых огурцов (табл. 4).

Таблица 3 – Органолептические показатели качества соленых огурцов

Срок хранения	Оценка по показателям качества, балл					Суммар- ный балл каче- ства
	Внешний вид	Консис- тенция	Вкус и запах	Цвет	Рассол	
Сорт «Адам F1»						
3 месяца	5,0±0	5,0±0	4,9±0,11	5,0±0	5,0±0	99,1
6 месяцев	4,9±0,11	5,0±0	4,9±0,11	5,0±0	5,0±0	98,8
9 месяцев	4,1±0,32	4,9±0,11	4,8±0,22	5,0±0	4,8±0,22	94,5
Сорт «Алекс F1»						
3 месяца	5,0±0	5,0±0	4,8±0,22	5,0±0	5,0±0	98,2
6 месяцев	4,1±0,32	4,0±0	4,8±0,22	4,4±0,44	4,9±0,11	89,2
9 месяцев	3,9±0,44	3,8±0,34	4,0±0	4,0±0	4,0±0	78,7



Таблица 4 – Физико-химические показатели качества соленых огурцов

Наименование показателя	Норма по ГОСТ Р 53972-2010	Значение показателя по срокам хранения для образцов (месяцам)					
		Гибрид «Адам F1»			Гибрид «Алекс F1»		
		3	6	9	3	6	9
Массовая доля титруемых кислот в расчете на молочную, %	0,6-1,2	0,81	0,75	0,67	0,80	0,71	0,56
Массовая доля огурцов от общей массы огурцов с рассолом, %	не менее 55	69,2	69,0	66,8	68,5	63,0	57,2
Массовая доля пряностей от массы нетто огурцов, %	2,5-8,0	3,2	3,2	3,3	3,2	3,3	3,4
Содержание сухих веществ в плодах, %	-	6,15	6,0	5,82	6,12	5,8	5,73

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что качество соленых огурцов зависит как от сортовых особенностей сырья, так и от срока хранения. При хранении соленых огурцов в плодах прекращается активное течение биохимических процессов. Происходящее в этот период уменьшение сухих веществ и органических кислот, сопровождающееся некоторым ухудшением структуры плодовой ткани, является результатом разрушительного действия микрофлоры, потребляющей молочную кислоту, химического взаимодействия образовавшихся к концу ферментации веществ и некоторых других факторов (давление, температура) [5]. Определение через 6 и 9 месяцев хранения показало, что массовая доля титруемых кислот у плодов образца «Адам F1» снизилась на 0,06 % и 0,14 %, соответственно, по сравнению с первоначальным (3 месяца хранения), но соответствовало требованиям ГОСТ. У плодов образца «Алекс F1» снижение содержания титруемых кислот происходило значительно быстрее – с 0,80 % при сроке хранения 3 мес. до 0,71 % через 6 мес. и до 0,56 % при сроке хранения 9 мес. Таким образом, после 9 месяцев хранения огурцы не соответствовали требованию ГОСТ по данному показателю.

Содержание сухих веществ не нормируется по ГОСТ Р 53972-2010, однако этот показатель дополнительно характеризует качество и пищевую ценность огурцов. Как видим, при увеличении срока хранения происходит снижение содержания сухих веществ в соленых огурцах. У образца «Адам F1» потери сухих веществ и, следовательно, пищевой ценности происходило медленнее, чем у образца «Алекс F1». Так, за шесть месяцев (с третьего по шестой месяц хранения) снижение данного показателя у гибрида «Адам F1» составило 0,33 %, в то время как огурцы гибрида «Алекс F1» за этот период потеряли 0,39% сухих веществ. Из-за потерь сухих веществ в плодах в процессе

хранения происходило изменение соотношения массовых долей составных частей в образцах, а именно, снижение массовой доли огурцов, и соответственно, увеличение массовой доли пряностей в образцах. Так, массовая доля огурцов в образце «Адам F1» через 9 месяцев хранения составила 66,8 % против 69,2% при первом определении, т.е. снижение данного показателя составило 2,4 %. У образца «Алекс F1» соответствующие показатели составили 57,2 % против 68,5 %, снижение – 11,3%. Таким образом, и по данным показателям гибрид «Адам F1» оказался лучшим.

Выводы

Таким образом, товароведная оценка соленых огурцов на протяжении 9 месяцев хранения выявила заметные потери потребительских свойств продукции в процессе хранения. Однако, сортовые особенности существенно влияют на сохранность качества соленых огурцов в процессе хранения. По данным проведенных исследований более пригодным для засолки оказался гибрид «Адам F1», так как он лучше сохраняет качество соленых огурцов по истечении 9 месяцев, чем гибрид «Алекс F1».

Правильный выбор сырья для засолки с учетом его сортовых особенностей и соблюдение условий хранения продукции позволяют замедлить снижение качества и пищевой ценности продукции, что, безусловно, важно для обеспечения бесперебойного снабжения населения качественными продуктами питания.

Список литературы

- ГОСТ 1726-85. Огурцы свежие. Технические условия [Электронный ресурс]. – Введ. 1986-01-01. – М. : Стандартинформ, 2008. – 8 с. - Режим доступа : <http://standartgost.ru/g>
- ГОСТ Р 53972-2010. Овощи соленые и квашенные. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – Введ. 2012- 01-01. – М. : Стандартин-



форм, 2012. - Режим доступа : <http://standartgost.ru/g>

3. Савина, О. В. Экспертиза продовольственных товаров с использованием современных методов органолептического анализа [Текст] : учеб. пособ. / О. В. Савина. – Рязань : РГАТУ, 2011.

4. Савина, О. В. Практикум по технико-химическому контролю сельскохозяйственного сырья и продуктов переработки : учебное пособие [Текст]

/ О.В. Савина, О.В. Платонова. - Рязань : РГАТУ, 2011.

5. Положенцева, Е. И. Засолочные свойства огурцов с различными морфологическими признаками плодов [Текст] / Е. И. Положенцева, В. П. Положенцев // Материалы международной (заочной) научно-практической конференции, – М. : Российский университет кооперации, 2013 . – С. 304-308.

TRADE ANALYSIS OF PICKLES DEPENDING ON CUCUMBERS CULTIVARS FEATURES AND SHELF LIFE

Savina Olga V., Professor of Faculty "Merchandising and Expertise", Full Professor, Doctor of Agricultural Science, savina-999@mail.ru

Sedova Natalya N., Master's Degree Student of Faculty "Merchandising and Expertise", Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The aim of the investigation has been studying the influence of cucumbers cultivars features and life shelf on pickles consumer attributes. We have had investigations at the lab of the faculty of TPSPCP FSBEI HE RSATU. We have used two cucumber hybrids of the first generation "Adam" and "Alex" suitable for growing in Ryazan oblast. We have chosen for pickling good, free of damage and having correct shape cucumbers. The morphological evaluation of the chosen cucumbers has shown their total correspondence to requirements of GOST 1726-85 [1] and pickling suitability. We have put the assorted and washed up cucumbers and species into cans and covered with the prepared solution of 4 % sodium chloride. After that we have put the cans to the dark place at room temperature. One can guess the end of fermentation by the pickles color (olive) and the decline of the salt liquor in the cans. We have kept the pickles in the fridge at the temperature of +10 °C. We have evaluated the pickles quality in 3, 6 and 9 months as for organoleptic and physical-chemical parameters in accordance with GOST R 53972-2010. The organoleptic evaluation of the product with the unitized rating method has shown that the pickles of hybrid "Adam F1" have practically not changed their quality in 9 months. Their quality rating has been 94.5. The pickles of hybrid "Alex F1" have considerably worsened their quality already in 6 months. The pickles have become a little wrinkled and softish. 9 months later the organoleptic parameters of that sample have become even worse and been equal to 78.7. The physical-chemical investigations have shown that in 9 months the titratable acids mass percentage of hybrid "Adam" cucumbers has declined per 0.14% as compared with the initial one but corresponded to the requirements of GOST. "Alex F1" has had a faster decline of the titratable acids mass percentage and in 9 months the pickles have not corresponded to the requirements of GOST. There has also been some decline of dry matters in the pickles that leveled down the pickles nutrition value. "Alex F1" has had a larger loss of dry matters. So the pickles trade analysis has shown that the decline of consumer attributes largely depends on the cultivars features. Hybrid "Adam F1" has turned to be more suitable for pickling as it better preserves the quality of pickles in 9 months than hybrid "Alex F1".

Key words: pickles, cultivar features, hybrids, consumer attributes, trade analysis, organoleptic parameters, physical-chemical parameters.

Literatura

1. GOST 1726-85. Ogurcy svezhie. Tekhnicheskie usloviya [elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa:
2. GOST R 53972-2010 Ovoshchi solyonye i kvashenye. Obshchie tekhnicheskie usloviya [elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa:
3. Savina, O.V. Ekspertiza prodovol'stvennykh tovarov s ispol'zovaniem sovremennykh metodov organolepticheskogo analiza: uchebnoe posobie [tekst] / Savina O.V. – Ryazan': Izd-vo RGATU, 2011.
4. Savina, O.V. Praktikum po tekhnokhimicheskemu kontrolyu syr'ya i produktov pererabotki: uchebnoe posobie [tekst] / O.V. Savina, O.V. Platonova - Ryazan': Izd-vo RGATU, 2011.
5. Poloizhenceva, E.I. Zasolochnye svoystva ogurczov s razlichnymi morfologicheskimi priznakami plodov / E.I. Poloizhenceva, V.P. Poloizhencev / Materialy mezhdunarodnoy (zaochnoy) nauchno-prakticheskoy konferencii, Rossiyskiy universitet kooperatsii, g. Moskva, 2013 . – s. 304-308.





УДК 631.412

К ВОПРОСУ О КАЛИЙНОЙ БУФЕРНОСТИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

УШАКОВ Роман Николаевич, д-р с.-х. наук, профессор кафедры лесного дела, агрохимии и экологии, r.ushakov1971@mail.ru

ГОЛОВИНА Наталья Александровна, аспирант кафедры лесного дела, агрохимии и экологии, n.a.golovina1988@mail.ru

ФЕДОРОВА Елена Владимировна, аспирант кафедры лесного дела, агрохимии и экологии, 79511021346@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

Цель исследования - прогноз калийного режима серой лесной почвы при различных комбинациях содержания гумуса, обменного и легкоподвижного калия, pH на основе выведения вероятностных уравнений. Всего проанализировано 25 образцов. Вариация признаков позволила установить корреляционно-регрессионные связи, рассчитать вероятностные уравнения. Потенциальную калийную буферность определяли по Беккетту. Установлено, что при содержании гумуса меньше 2,5 % A_{Ro} составит 1,7·10⁻³ М/л0,5, что соответствует низкой степени устойчивости; если гумуса больше 2,5 %, то A_{Ro} превысит 10·10⁻³ М/л0,5; значения -ΔK (десорбционная ветвь) и +ΔK (адсорбционная ветвь) при гумусе < 2,5 % ожидаются соответственно около 0,061 и 22,7 мг-экв/100 г, при гумусе > 2,5% – 0,090 и 15,6 мг-экв/100 г. Максимальное повышение относительной активности калия до 16,5·10⁻³ М/л0,5 при увеличении гумуса отмечается только на фоне обеспеченности серой лесной почвы обменным калием не ниже средней. Наилучшими параметрами калийного состояния обладают почвы с высоким содержанием обменного калия в сочетании с высокими показателями потенциальной буферной способности, что позволяет им долгое время поддерживать стабильный уровень калийного питания. Для достижения оптимальной активности калия 0,002-0,0035 М/л, содержание гумуса должно быть не ниже 3,0 %, обменного калия – 20 мг/100 г. Полученные данные могут быть использованы при разработке модели плодородия серой лесной почвы, прогноза потенциала устойчивости питания растений калием на фоне изменения агрохимических свойств.

Ключевые слова: серая лесная почва, плодородие, фактор емкости, активность калия, калийная буферность.

Введение

Вопросам калийной буферности посвящено достаточно много научных публикаций [1,2,3,5]. На наш взгляд, недостаточно обстоятельно изучено влияние почвенных условий на формирование калийной буферности (РВСК) и ее компонентов – факторов интенсивности A_{Ro} и емкости -ΔK_o, +ΔK_o. Поэтому цель исследований заключалась в прогнозе калийного режима агросерой почвы при различных комбинациях содержания гумуса, обменного и легкоподвижного калия, pH на основе выведения вероятностных уравнений.

Методика исследований

Для изучения влияния внутрисистемных факторов на формирование устойчивости калийного режима было проанализировано 25 почвенных образцов, отличающихся содержанием гумуса, обменной и легкоподвижной формами калия, кислотностью. Для каждого образца определены значения компонентов буферности. Вариация признаков позволила установить связи, которые можно признать закономерными в объеме предложенного массива данных (табл.1).

Таблица 1 – Исходные данные для установления зависимостей компонентов буферности от содержания калия, гумуса, pH

№	AR ₀ М0.5 М/л	ΔK ₀ , мг-экв/100 г	РВСК	Гумус, %	pH	Калий, мг/100 г	
						обменный	легкопод-
1	0,0050	0,240	43,0	2,25	4,90	вижный	1,00
2	0,0015	0,053	35,0	1,65	4,30	21,40	1,60
3	0,0020	0,065	42,0	1,88	4,30	21,90	1,80
4	0,0010	0,037	50,0	1,88	4,90	14,50	1,00
5	0,0010	0,035	35,0	1,88	4,40	19,30	1,60
6	0,0020	0,050	28,0	2,15	5,60	25,40	1,60
7	0,0020	0,060	32,0	2,85	5,20	26,70	1,80
8	0,0010	0,024	33,0	1,88	5,00	19,70	1,30
9	0,0012	0,048	39,0	1,88	4,90	21,40	1,60
10	0,0001	0	21,0	2,85	5,80	15,30	0,60
11	0,0006	0	18,0	2,85	5,80	12,10	0,60



12	0,0002	0	29,0	2,60	4,80	7,50	0,30
13	0,0009	0	21,0	3,00	4,70	8,10	0,30
14	0,0002	0	19,0	2,85	4,60	10,10	0,80
15	0,0001	0,002	23,0	2,50	6,30	12,10	0,80
16	0,00001	0	26,0	2,25	4,80	8,40	0,80
17	0,0001	0	23,0	2,35	4,60	9,50	0,80
18	0,0002	0	28,0	2,50	5,20	10,10	0,60
19	0,0001	0	36,0	2,60	6,30	10,10	0,80
20	0,00045	0,012	27,0	2,60	5,20	13,30	1,00
21	0,00015	0	32,0	2,15	4,90	7,50	0,60
22	0,00110	0	15,0	2,35	4,80	12,10	1,00
23	0,0008	0,019	22,0	2,35	4,90	15,30	1,40
24	0,0200	0,2000	10,0	5,00	6,20	46,60	6,90
25	0,0025	0	14,0	2,15	5,60	16,90	1,40

Гумус определяли по Тюрину. Для получения Q/I-изотерм серию навесок каждого образца почвы перемешивали в течение 30 мин с 10 мл раствора 0,01 М CaCl₂, содержащего различное количество калия (раствор KCl от 0,2 до 1,0 мг-экв/л).

Вероятностные уравнения выводились с использованием программного продукта STATISTICA. Символы «<», «>» и «П» означают математические знаки «меньше», «больше» и одновременность событий соответственно; р – уровень значимости, Р – вероятность в %.

Результаты и их обсуждение

От гумуса зависит относительная активность калия. Уравнение регрессии имеет вид:

$Y = -0,0098 + 0,0046X$. Предлагается для средней и высокой степени устойчивости функционирования агросерых суглинистых почв доведение значения AR_o соответственно до 2-4 и 4-7·10⁻³ М/л^{0,5} [4]. В нашем случае такие величины активности возможны при ориентировочном содержании гумуса в

2,5-2,9% и 2,9-3,5 %. Исходя из зависимости AR_o от обменного калия, имеющей вид $Y = -0,0045 + 0,0004X$, содержание последнего должно быть для средней степени устойчивости не ниже 17-22 мг/100 г, для высокой – 22-30 мг/100 г. (табл. 2).

Таблица 2 – Вероятностные уравнения для прогноза калийного состояния серой лесной почвы

Условие	AR_o , М/л ^{0,5}	$-\Delta K_o$, мг-экв/100 г	$+\Delta K_o$, мг-экв/100 г
если гумуса < 2 > 2	$Y = -1,15 + 1295X$	$Y = -2,70 + 60,8X$	$Y = -5,8 + 0,30X$
	$Y = -0,25 + 92,9X$	$Y = -0,23 + 13,6X$	$Y = 4,3 + 0,34X$
если $K_2O < 10$ $20 > K_2O > 10$ $K_2O > 20$	$Y = -0,63 + 2185X$	не установлено	$Y = -8,22 + 0,62X$
	$Y = -0,89 + 1319X$	$Y = -0,70 + 54,2X$	$Y = -3,07 + 0,23X$
	$Y = -0,40 + 85X$	$Y = -0,90 + 11,4X$	$Y = -3,47 + 0,21X$
если $K_2O < 10$; гумуса < 2,5 если $20 > K_2O > 10$; гумуса < 2,5 если $K_2O > 20$; гумуса < 2,5 если $K_2O < 10$; гумуса > 2,5 если $20 > K_2O > 10$; гумуса > 2,5 если $K_2O > 20$; гумуса > 2,5	$Y = -1,04 + 11020X$	не установлено	$Y = -9,39 + 0,75X$
	$Y = -1,03 + 1189X$	$Y = -1,08 + 55,4X$	$Y = -2,60 + 0,19X$
	$Y = -5,59 + 3679X$	$Y = -5,65 + 104,7X$	$Y = -3,40 + 0,20X$
	$Y = -1,03 + 1769X$	не установлено	$Y = -41,3 + 2,83X$
	$Y = -1,10 + 3560X$	$Y = -0,24 + 115,6X$	$Y = -6,74 + 0,54X$
	$Y = -0,69 + 62,9X$	$Y = -1,05 + 8,09X$	не установлено
если гумуса < 2,5; pH < 4,5 если гумуса < 2,5; pH > 4,5	$Y = -3,40 + 2510X$	$Y = -2,82 + 55,4X$	$Y = -20,1 + 1,05X$
	$Y = -0,93 + 1192X$	$Y = -0,77 + 43,2X$	$Y = -2,9 + 0,22X$

При содержании гумуса меньше 2,5 % вероятное (при Р = 100 %) значение AR_o составит 1,7·10⁻³ М/л^{0,5}, что соответствует низкой степени устойчивости; если гумуса больше 2,5 %, то AR_o превышает 10·10⁻³ М/л^{0,5}; значения $-\Delta K$ (десорбционная ветвь) и $+\Delta K$ (адсорбционная ветвь) при гумусе < 2,5 % ожидаются соответственно около 0,061 и 22,7 мг-экв/100 г, при гумусе > 2,5% – 0,090 и 15,6 мг-экв/100 г. (табл.2).

При содержании обменного калия менее 10 мг/100 г и от 10 до 20 мг/100 г почвы степень устойчивости низкая, так как по нашим расчетам AR_o не

будет превышать 2,0·10⁻³ М/л^{0,5}. Если обменного калия больше 20 мг/100 г, то можно достичь высокой степени устойчивости почвы по AR_o , значение которой превышает 7·10⁻³ М/л^{0,5}. При различных комбинациях обменного калия и гумуса получена следующая закономерность: максимальное повышение относительной активности калия до 16,5·10⁻³ М/л^{0,5} при увеличении гумуса (> 2,5 %) отмечалось только на фоне обеспеченности серой лесной почвы обменным калием не ниже средней.

Вероятностные значения AR_o в математической обработке, включающей комбинации обмен-



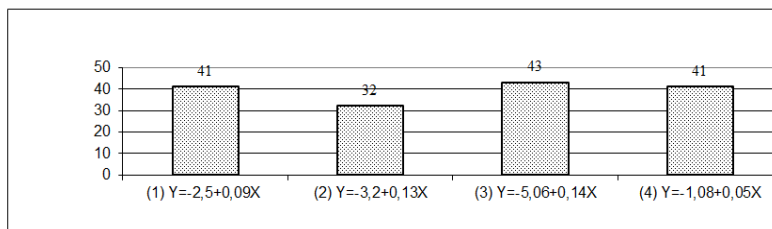
ного калия с гумусом менее 2,5 %, ниже по сравнению с соответствующим значением без гумуса. Сравнение этих значений позволяет оценить участие гумуса в формировании относительной активности калия. Для диапазона $10 > K_2O > 0$ вклад гумуса составляет 26 %, в случае $K_2O > 20$ мг/100 г – 12 %.

Уравнением Дубинина-Радушкевича была аппроксимирована та ветвь экспериментальной изотермы, которая проходит выше оси ординат ($+\Delta K$) и указывает на адсорбцию калия. Знак коэффициента регрессии в уравнении $Y = 28,5 - 2,8X$ позволяет заключить, что чем кислее почва, тем больше поглощается калия, что связано, вероятно, с недонасыщенностью илстых фракций гумусом, содержание которого составляло в большинстве случаев 1,65-2,25 %, а pH – 4,3-5,0. Установлено, что если гумуса < 2,5 % и pH < 4,5, то значение $-\Delta K$ возрастает в 1,8 раза (до 0,07 мг-экв/100 г) по сравнению со случаем, когда pH > 4,5. В кислой среде ожидается также увеличение поглощения калия на 2-3 мг-экв/100 г ($+\Delta K = 20$ мг-экв/100 г).

Калийная буферность возрастает при увеличении гумуса в почве, так как, взаимодействуя с илстыми компонентами, органическое вещество понижает сорбционную емкость и отражает активность калия в почвенном растворе. В 44 % случаев при содержании гумуса меньше 2,5 % РБС^к превышала 20 ед., при этом содержание обменного калия в области pH < 5,0 колебалось от 8 до 15 мг/100 г; при pH больше 5,0 – от 19 мг/100 г и выше. В 32 % случаев содержание гумуса более чем 2,5 % привело к формированию РБС^к больше

20 ед., однако это возможно только при ниже средней обеспеченности почвы калием.

Наибольшее значение буферности (43, рисунок) было установлено в 16 % случаев, когда отмечалось снижение гумуса до 1,7-1,9 % и превышение обменным калием величины 20 мг/100 г, хотя последний определяет относительную активность калия, поэтому РБС^к должна снижаться. Проанализировав причины, считаем, что такая калийная буферность не может считаться оптимальной, так как ее формирование происходит на фоне кислой реакции среды. По-видимому, по причине высокой кислотности почвы и низкой обеспеченности ее калием (K_2O около 10 мг/100 г) следует ожидать формирования низкой буферности (РБС^к = 32) при содержании гумуса больше 2,5 %. Аналогичный эффект обнаруживается и при среднекислой реакции среды, но при более высоких значениях обменного калия. В первом и втором случаях (в сумме на их долю приходилось 36 %) низкая буферность была обусловлена невысокой десорбционной способностью ($-\Delta K$ около 0) и незначительной относительной активностью калия ($AR_o < 1,0 \cdot 10^{-3}$ М/л^{0,5}). В 40 % случаев РБС^к возросла до 41 ед. на фоне обеспеченности калием, не превышающей 20 мг/100 г, что обусловлено не только незначительной активностью калия, но и низким содержанием гумуса (меньше 2,5 %), т.е. дегумификацией илстых фракций, о чем свидетельствуют высокие значения $+\Delta K$ – 18-20 мг-экв/100 г. Такое же значение РБС^к (41) для агросерой почвы можно сформировать при высокой ее обеспеченности калием и гумусом (3 % и выше).



Примечание: для уравнения 1 – гумуса < 2,5; $K_2O < 20$; 2 – гумуса > 2,5; $K_2O < 20$; 3 – гумуса < 2,5; $K_2O > 20$; 4 – гумуса > 2,5; $K_2O > 20$

Рис. – Потенциальная буферная способность, вероятностные уравнения при различных комбинациях содержания гумуса и обменного калия

Выше мы рассмотрели случай зависимости поглощения калия от pH. Для выявления роли гумуса для адсорбции были выбраны образцы, отличающиеся только по степени гумусированности при значениях pH, варьирующихся от 5,0 до 5,3. Для расчета объема поглощения калия использовано уравнение Поляни. Установлено, что в почве с наибольшим содержанием гумуса отмечается максимальная адсорбция – 123 мг/100 г; минимальная – 17 мг/100 г – при содержании гумуса 2,0-2,3 %.

Исходя из полученных экспериментальных данных и учитывая приемлемую для средней степени устойчивости агросерой почвы относительную активность калия 0,002-0,003 М/л, рассчитано необходимое содержание гумуса и обменного калия – 2,6-2,8 % и 17,1-19,7 мг/100 г соответственно. При таких величинах вероятное значение ΔK

составляет 0,044-0,060 мг-экв/100 г. В соответствии с приведенными расчетами, основанными на регрессионных уравнениях, РБС^к = 22. Это не самый оптимальный показатель буферности, так как можно в агросерой тяжелосуглинистой почве за счет комплексного ее окультуривания повысить ΔK до 0,09 мг-экв/100 г. При такой сорбционной способности содержание гумуса должно быть 3,9 %, обменного калия – 26 мг/100 г. Если принять за среднюю степень устойчивости $AR_o = 0,002-0,003$ М/л, то РБС^к составит 30-45.

Следовательно, устойчивость калийного режима складывается при содержании гумуса в агросерой почве выше 2,5 %, обменного калия не ниже 17-20 мг/100 г и pH > 5. Увеличение содержания гумуса приводит к повышению относительной активности калия и улучшению функционального состояния ППК. При содержании обменного и лег-



коподвижного калия в почве соответственно ниже 12 и 1 мг/100 г AR_o элемента крайне низкая (0,5-0,7-10-3 М/л). При возрастании количества обменного калия в 2 раза значение AR_o увеличивается в 7 раз, $-\Delta K_o$ в 10 раз, РВСК в 2,2 раза (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние содержания калия (мг/100 г) и гумуса (%) на компоненты калийной буферности агросерой почвы

Условие	$AR_o \cdot 10^{-3}$ М/л	$-\Delta K_o$ мг-экв/100 г	РВСК
обменный калий ($K_2O_{обм.}$)			
$K_2O_{обм.} \leq 12$	$\leq 0,5$	$\leq 0,01$	20
$20 > K_2O_{обм.} > 12$	3,5	0,1	29
обменный калий $\cap$ гумус (Г)			
$20 > K_2O_{обм.} > 12$ $\cap 3,5 > Г > 2,5$	4,5	0,20	44
легкоподвижный калий ($K_2O_{легк.}$, 0,002М $CaCl_2$)			
$K_2O_{легк.} \leq 1$	$\leq 0,7$	$\leq 0,01$	14
$2 > K_2O_{легк.} > 1$	1,3	0,04	31

Улучшение обеспеченности почвы калием на фоне увеличения гумуса до 3,5% способствует улучшению функционального состояния компонентов калийной буферности.

Заключение

Наилучшими параметрами калийного состояния обладают почвы с высоким содержанием обменного калия в сочетании с высокими показателями потенциальной буферной способности (РВСК), что позволяет им долгое время поддерживать стабильный уровень калийного питания. Для

достижения оптимальной активности калия 0,002-0,0035 М/л содержание гумуса должно быть не ниже 3,0 %, обменного калия – 20 мг/100 г. При превышении гумуса 3 % (до 3,5 %) и обменного калия 20 мг/100 г улучшается десорбционная способность почвы, поэтому РВСК увеличивается в два раза (с 20-24 до 40-45). При таком диапазоне РВСК достигается относительная активность калия AR_o в пределах 0,002-0,003 М/л. Это является критерием плодородия серой лесной почвы.

Список литературы

1. Жарикова, Е. А. Потенциальная буферная способность почв в отношении калия при проведении агроэкологического мониторинга [Текст] / Е. А. Жарикова, Н. М. Костенков // Плодородие. – 2011. – №2 (59). – С. 48-50.
2. Прокошев, В. В. Калий и калийные удобрения [Текст] / В. В. Прокошев, И. П. Дерюгин. – М.: Ледум, 2000. – 185 с.
3. Сычев, В. Г. Совершенствование методов оценки состояния калийного режима почв [Текст] / В. Г. Сычев // Эколого-агрохимическая оценка состояния калийного режима почв и эффективность калийных удобрений. – М., 2002. – С. 21 - 30.
4. Травникова, Л. С. Продукты органно-минерального взаимодействия и устойчивость почв к деградации [Текст] / Л. С. Травникова, М. Ш. Шаймухаметов // Современные проблемы почвоведения: сб. науч. тр. – М.: 2003. – С. 356 - 368.
5. Шаймухаметов, М. Ш. Калийное состояние пахотных почв Европейской территории России [Текст] / М. Ш. Шаймухаметов, Л. С. Травникова // Почвоведение. – 2000. – № 3. – С. 329 - 339.
6. Beckett, P.H.T. Studies of soil potassium. The "immediate" Q/I relations of labile potassium in the soils [текст] // P.H.T. Beckett, J. Soil Sci. - 1964. - V. -15. - №1. - P. 9 - 23.

THE QUESTION OF GRAY FOREST SOIL POTASSIUM BUFFERING

Ushakov Roman N., Doctor of Agricultural Science, Full Professor of the Faculty of Forestry, Agrochemistry and Ecology, r.ushakov1971@mail.ru

Golovina Natalya A., Aspirant of the Faculty of Forestry, Agrochemistry and Ecology, n.a.golovina1988@mail.ru

Fedorova Elena V., Aspirant of the Faculty of Forestry, Agrochemistry and Ecology, 79511021346@yandex.ru

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The aim of the investigation has been forecasting potassium mode of the gray forest soil when different content of humus, exchange and easy mobile potassium, pH on basis of probability equations. We have analyzed 25 samples. The characteristics variation has let us determine correlation-regression links and calculate the probability equations. We have determined the potential potassium buffering by Beckett's. We have discovered that when humus is less than 2.5 % then AR_o is 1.7-10-3 М/0.5 that corresponds the low stability degree. When humus is more than 2.5 % then AR_o is more than 10-10-3 М/0.5. The value of $-\Delta K$ (desorption branch) and $+\Delta K$ (adsorption branch) when humus < 2.5 % one can expect correspondingly about 0.061 and 22.7 mg-uEg/100 g, when humus > 2.5% – 0.090 and 15.6 mg-uEg/100 g. One can see the maximum increase of potassium relative activity up to 16.5-10-3 М/0.5 when humus increases only in a case of gray forest soil with enough changeable potassium. The soils with high changeable potassium combined with high potential buffering capacity have best parameters of the potassium state that lets them have stable potassium nutrition for a long time. To achieve the optimal potassium activity of 0.002-0.0035 М/л one needs not less than 3.0 % humus and 20 mg/100 g of changeable potassium. One can use the data we have got when developing the fertility model of gray forest soil, forecasting the potential of plants potassium nutrition stability when some changes of agrochemical properties.

Key words: agro-gray soil, fertility, capacity factor, potassium activity, potassium buffering.

Literatura

1. Zharikova, E.A. Potencial'naya bufernaya sposobnost' pochv v otnoshenii kaliya pri provedenii



- agroekologicheskogo monitoringa [Tekst] / E.A. Zharikova, N.M. Kostenkov // Plodorodie. – 2011. – №2(59). – S. 48-50.
2. Prokoshev, V.V. Kaliy i kaliynye udobreniya [Tekst] / V.V. Prokoshev, I.P. Deryugin. – M.: Ledum, 2000. – 185 s.
3. Sychev, V.G. Sovershenstvovanie metodov ocenki sostoyaniya kaliynogo rezhima pochv [Tekst] / V.G. Sychev // Ehkologo-agrokhimicheskaya ocenka sostoyaniya kaliynogo rezhima pochv i ehffektivnost' kaliynykh udobreniy. – M.: 2002. – S. 21-30.
4. Travnikova, L.S. Produkty organo-mineral'nogo vzaimodeystviya i ustoychivost' pochv k degradacii [Tekst] / L.S. Travnikova, M.Sh. Shaymukhametov // Sovremennye problem pochvovedeniya / Nauch. tr. Pochv. in-ta. – M.: 2003. – S. – 356 - 368.
5. Shaymukhametov, M.Sh. Kaliynoe sostoyanie pakhotnykh pochv Evropeyskoy territorii Rossii [Tekst] / M.Sh. Shaymukhametov, L.S. Travnikova // Pochvovedenie. – 2000. – № 3. – S. 329 - 339.
6. Beckett, P.H.T. Studies of soil potassium. The "immediate" Q/I relations of labile potassium in the soils [meksm] // P.H.T. Beckett, J. Soil Sci. – 1964. – V. -15. – №1. – P. 9 - 23.

УДК 519.87

ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОДОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА СЕМЕНА РАСТЕНИЙ

ЮДАЕВ Юрий Алексеевич, д-р техн. наук, профессор кафедры электроснабжения, yu.yudaev@mail.ru

КОЖАНОВА Татьяна Вячеславовна, аспирантка кафедры электроснабжения, t.vk@mail.ru

ЮДАЕВ Максим Юрьевич, аспирант кафедры электроснабжения, zumbat@mail.ru.

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

СМЕЛИК Виктор Александрович, д-р техн. наук, профессор, проректор по научной работе, smelik_va@mail.ru Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г. Санкт-Петербург

При воздействии на семена растений сельскохозяйственных культур электрическими полями различной интенсивности с различными энергетическими и частотными характеристиками возможно увеличение урожайности. В зависимости от величины поля можно получить эффект усиления или угнетения роста растений и прорастания семян. Вопросы механизмов влияния электрического поля на биологические объекты не изучены в полной мере. Необходимо определить порог чувствительности и порог вредного воздействия электрических полей на растения. При проведении экспериментов по воздействию электрического поля на семена важно учитывать характер распределения поля в пространстве. Неравномерность распределения может существенно исказить результаты экспериментов и привести к не правильным выводам. Цель работы визуализация электрических полей, основанная на численном моделировании. Проведены численные исследования распределения потенциала и напряженности электрического поля в системе электродов. Разработана компьютерная программа, позволяющая моделировать электрические поля в установках с любой геометрией облучателей. Определено, что распределение электрического поля в квадратных облучателях может на порядок отличаться от значений в разных частях облучателя. Приведены результаты численных исследований и основные математические формулы. Приводится метод расчета электрического поля с фиксированными узлами на иррегулярных сетках. Даны расчетные выражения для случая границы раздела двух сред. Приводится критерий устойчивости расчетной схемы. Сравнивается быстродействие различных методов. Проведенные численные исследования показывают, что при искусственном воздействии электрических полей на семена растений необходимо учитывать неравномерность электрического поля. Величина электрического поля, в приведенной системе облучателя, изменяется в рабочей зоне на порядок. Такое различие может существенно влиять на всхожесть семян.

Ключевые слова: стимулирование всхожести, электрическое поле, напряженность электрического поля, численное моделирование.

Введение

Повышение всхожести семян и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур предполагают поиски новых методов воздействия на посадочный материал и оптимизацию уже известных методов активирования ростовых процессов. Одним из таких методов является воздействие на семена электрическими полями различной интенсивности с различными энергетическими и частотными характеристиками.

Электрические поля условно делятся на сверхслабые – менее 1 В/м, слабые – с напряженностью от 1 до 10^4 В/м, и сильные – более 10^4 В/м [1].

Влияние электрического поля на растения изучено недостаточно. Исследования в этом направ-

лении должны дать ответ о величине порога чувствительности растений и семян, о диапазоне его полезного и вредного воздействия [2].

В работах многих ученых отмечается, что в зависимости от величины поля можно получить эффект усиления или угнетения роста растений и прорастания семян. Например, напряженность от 500 В/м до 2500 В/м не изменяет всхожесть семян хвойных пород, но увеличение напряженности до

200 кВ/м уменьшает всхожесть прорастающих семян до 40% [3].

Исследования, проведенные под линиями ЛЭП, показали, что при электрических полях с напряженностью 15-60 кВ/м и частоте 50 Гц на по-



верхности земли под линиями было обнаружено уменьшение общей численности беспозвоночных. При 60 кВ/м – разрежение

травостоя и замедление темпов развития растений на 10-20 %. После 10-летней

эксплуатации ЛЭП 500 кВ (10-14 кВ/м) обнаружено повышение частоты aberrаций до 20 % у некоторых видов растений [4].

Электрическое поле напряженностью 600 кВ/м с экспозицией 1-3 с повышает полевую всхожесть семян яровой пшеницы на 17-22 %, существенно увеличивает энергию прорастания, водопоглотительную способность, интенсивность дыхания проростков и продуктивность фотосинтеза растений [5].

Вопросы механизмов влияния электрического поля на биологические объекты, в частности, на растения и семена, не изучены в полной мере. Необходимо определение порога

чувствительности и порога вредного воздействия электрических полей на растения.

При проведении экспериментов по воздействию электрического поля на семена и растения очень важно учитывать характер распределения поля в пространстве. Неравномерность распределения может существенно исказить результаты экспериментов и привести к не правильным выводам.

В статье раскрываются вопросы визуализации электрических полей, основанные на численном моделировании.

Метод разбиения области моделирования

Расчету электрического поля посвящено большое количество работ. Предложены различные методы расчета. В данной работе рассматривается метод расчета конечными разностями в цилиндрической и прямоугольной системах координат [6]. Простота метода и его эффективность сделали его наиболее популярным для расчета многих задач математической физики. К недостаткам этого метода можно отнести сложность и неоднозначность описания геометрии области моделирования. Наиболее эффективным способом разбиения расчетной области является метод послойного разбиения [6]. Его можно условно разделить на три основных этапа.

На первом этапе вся расчетная область разбивается на слои по оси z и r . Появление каждого слоя разбиения характеризуется наличием элемента конструкции прибора. Каждый элемент конструкции прибора представляется в виде прямоугольного, треугольного или линейного геометрического элемента. Координаты каждого геометрического элемента задаются координатами нижнего левого и верхнего правого угла. Каждый такой элемент определяет координаты двух границ слоя разбиения по оси z и r .

На втором этапе производится совмещение границ слоев разбиения с одинаковыми координатами. Этот этап необходим, чтобы избежать появления слоев с нулевой шириной. Появление таких слоев связано с тем, что расчетная область может содержать геометрические элементы с одинако-

выми координатами по какой-либо оси.

На третьем этапе производится разбиение каждого слоя по оси z и r . Этот этап приводит к созданию сетки разбиения. Шаг разбиения каждого слоя по соответствующей оси выбирается постоянным для данного слоя. Шаг разбиения соседних слоев может быть другим. Шаг разбиения каждого слоя выбирается так, чтобы обеспечить заданную погрешность расчета. Для этого необходимо, чтобы выполнялись следующие условия:

$$hz_i \leq L_z \sqrt{\epsilon \rho_s}; \quad hr_j \leq L_r \sqrt{\epsilon \rho_s},$$

где hz_i , hr_j – шаг разбиения слоя разбиения по оси z и r ;

L_z , L_r – длина расчетной области по оси z и r ;

$\epsilon \rho_s$ – заданная погрешность расчета.

Третий этап может быть исключен для любого слоя разбиения, если ширина этого слоя будет меньше шага разбиения, необходимого для обеспечения заданной погрешности расчета.

Разбитая этим методом расчетная область будет обладать рядом свойств:

1. Пересечение слоев разбиения по оси z и r образует прямоугольные области. Шаг разбиения каждой области будет постоянным по соответствующей оси. Все внутренние точки будут регулярными.

2. Узлы сетки, лежащие на границе области, будут точно совпадать с граничными узлами сетки прилегающих областей.

3. Разбиение расчетной области на слои позволяет точно описать геометрию прибора, так как узлы расчетной сетки полностью совпадают с поверхностью элементов конструкции прибора.

4. Возможно ослабление влияния члена ошибки $O(h - H)$ на погрешность расчета. Эта возможность связана с тем, что минимальный шаг разбиения расчетной области ограничен шириной слоя разбиения или заданной погрешностью расчета.

5. Расчет можно проводить с переменным шагом разбиения. Это позволит снизить погрешность расчета за счет более эффективной сетки разбиения.

Однако метод послойного разбиения обладает существенным недостатком. Этот недостаток связан с тем, что слой разбиения с более мелкой сеткой проходит по длине всей расчетной области. Это приводит к появлению избыточного числа узлов сетки и увеличению времени расчета.

Численные схемы

Расчетные схемы дискретизации уравнения Лапласа уже получены и приводятся в литературе. Расчетные схемы для расчета на иррегулярных узлах сетки в цилиндрической системе координат имеют вид

$$C_1 U_{i+1,j} + C_2 U_{i-1,j} + C_3 U_{i,j+1} + C_4 U_{i,j-1} - C_5 U_{i,j} = 0, \quad (1)$$

$$\text{где } C_1 = 1, C_2 = hz_2 / hz_1, C_3 = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \parallel$$

$$C_3 = \frac{(hz_1 + hz_2)hr_2}{(hr_1 + hr_2)hz_1} (1 + 0.5hr_1/r),$$



$$C_4 = \frac{(hz_1 + hz_2)hr_2}{(hr_1 + hr_2)hz_1} (1 - 0.5hr_2/r).$$

Нами получены расчетные схемы для расчета на границе раздела двух сред на иррегулярных точках. В основу вывода положены граничные условия вида:

$$\varepsilon_1 \frac{\partial U}{\partial z} \Big|_{\partial} - \varepsilon_2 \frac{\partial U}{\partial z} \Big|_{\partial} = \sigma / \varepsilon_0;$$

$$\varepsilon_1 \frac{\partial U}{\partial r} \Big|_{\partial} - \varepsilon_2 \frac{\partial U}{\partial r} \Big|_{\partial} = \sigma / \varepsilon_0,$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – относительная диэлектрическая проницаемость;

σ – поверхностная плотность зарядов.

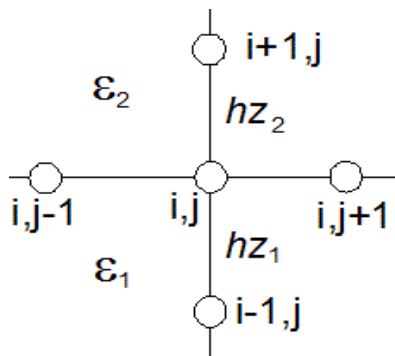


Рис. 1 – Расчетные узлы

Рассмотрим случай, когда граница раздела двух сред проходит по оси z (рис. 1).

Подставим в граничное условие (2) конечно-разностную аппроксимацию первой производной на иррегулярных узлах расчетной сетки. Выражение будет иметь следующий вид:

$$\varepsilon_1 ((Y_{i+1,j} - Y_{i,j})/hz_1 - (Y_{i,j} - Y_{i-1,j})/hz_2) -$$

$$\varepsilon_2 ((Q_{i+1,j} - Q_{i,j})/hz_1 - (Q_{i,j} - Q_{i-1,j})/hz_2) =$$

$$\sigma(hz_1 + hz_2) / \varepsilon_0.$$

Исключим не имеющие физического смысла члены $Y_{i+1,j}$, $Q_{i-1,j}$, входящие в это выражение. Для этого выразим их через соотношение (1). Они будут иметь вид:

$$Y_{i+1,j} = -(C_2 U_{i-1,j} + C_3 U_{i,j+1} + C_4 U_{i+1,j} - C_5 U_{i,j}) / C_1,$$

$$Q_{i-1,j} = -(C_1 Q_{i+1,j} + C_3 Q_{i,j+1} + C_4 Q_{i+1,j} - C_5 Q_{i,j}) / C_2.$$

(3)

Для дальнейших расчетов учтем, что вследствие непрерывности функции распределения потенциала для точек, лежащих на границе раздела двух сред, будут справедливы равенства:

$$Y_{i,j} = Q_{i,j} = U_{i,j}; \quad Y_{i,j+1} = Q_{i,j+1} = U_{i,j+1};$$

$$Y_{i,j-1} = Q_{i,j-1} = U_{i,j-1}; \quad Y_{i-1,j} = U_{i-1,j};$$

$$Q_{i+1,j} = U_{i+1,j}.$$

(4)

Подставим уравнения (3) в выражение (2), учитывая условия (4). После несложных преобразований можно получить расчетную схему в виде

$$C_1 \varepsilon_2 f_1 U_{i+1,j} + C_2 \varepsilon_1 f_1 U_{i-1,j} + C_3 U_{i,j+1} + C_4 U_{i+1,j} - (C_5 + f_2) U_{i,j} = \sigma f_3,$$

где $f_1 = (C_2 + C_1 hz_2^2 / hz_1^2) / (\varepsilon_1 C_2 + \varepsilon_2 C_1 hz_2^2 / hz_1^2);$

$$f_2 = C_1 C_2 (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) (1 - hz_2^2 / hz_1^2) / (\varepsilon_1 C_2 + \varepsilon_2 C_1 hz_2^2 / hz_1^2);$$

$$f_3 = C_1 C_2 (hz_2 / hz_1) (hz_2 + hz_1) / (\varepsilon_1 C_2 + \varepsilon_2 C_1 hz_2^2 / hz_1^2) / \varepsilon_0.$$

(4)

Полученные соотношения позволяют рассчитать потенциал электрического поля на границе раздела двух сред по оси z на иррегулярной сетке. В случае границы раздела двух сред по оси r расчетные уравнения принимают вид

$$C_1 U_{i+1,j} + C_2 U_{i-1,j} + C_3 \varepsilon_2 f_1 U_{i,j+1} + C_4 \varepsilon_1 f_1 U_{i,j-1} - (C_5 + f_2) U_{i,j} = \sigma f_3,$$

где $f_1 = (C_4 + C_3 hr_2^2 / hr_1^2) / (\varepsilon_1 C_4 + \varepsilon_2 C_3 hr_2^2 / hr_1^2);$

$$f_2 = C_3 C_4 (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) (1 - hr_2^2 / hr_1^2) / (\varepsilon_1 C_4 + \varepsilon_2 C_3 hr_2^2 / hr_1^2);$$

$$f_3 = C_3 C_4 (hr_2 / hr_1) (hr_2 + hr_1) / (\varepsilon_1 C_4 + \varepsilon_2 C_3 hr_2^2 / hr_1^2) / \varepsilon_0.$$

Устойчивость расчетных схем

Численные схемы для расчета в декартовой и цилиндрической системах координат при равномерном шаге разбиения расчетной области остаются устойчивыми при любых значениях шага разбиения. При расчете в цилиндрической системе координат на иррегулярных сетках наблюдается процесс расходимости. Можно показать, что критерий устойчивости расчетной схемы (1) имеет

вид $1 - 0.5h_2 / r \geq 0$. Этот критерий приводит к ограничению выбора шага разбиения области, находящейся с правой стороны от иррегулярной точки по оси r . Для обеспечения устойчивости итерационного процесса такой шаг разбиения должен

удовлетворять условию $hr_2 \leq 2r$.

Проверим критерий устойчивости для численной схемы, учитывающей наличие границы двух сред по оси r . Для проверки будем использовать принцип максимума, описанный в работе [3]. Согласно этому принципу расчетная схема будет оставаться устойчивой при выполнении следующих условий:

$$C_3 f_1 \geq 0; \quad C_4 f_1 \geq 0; \quad C_5 + f_2 \geq 0.$$

Анализ этих неравенств приводит к условиям для выбора шагов разбиения hr_1, hr_2 , при которых наблюдается неустойчивость итерационного процесса. Эти условия имеют вид

$$hr_1 \geq 8r(1 + \sqrt{1 + \varepsilon_1 / \varepsilon_2}) \varepsilon_2 / \varepsilon_1 \text{ при}$$

$$hr_2 > 2r, \quad hr_2 \geq 2r.$$

При анализе этих условий можно отметить, что процесс расходимости наблюдается при выполнении второго условия. На основании этого можно сделать следующий вывод: расчетные схемы обладают численной неустойчивостью; критерий устойчивости не зависит от значений диэлектрических проницаемостей материала и определяется выражением $hr_2 \leq 2r$. Экспериментальные дан-



ные подтверждают этот вывод.

Расчет методом фиксированных узлов

Расчет электрического поля методом конечных разностей является достаточно эффективным. Однако для увеличения точности расчета необходимо уменьшать шаг разбиения расчетной области. При этом возрастает число точек разбиения и количество итераций для расчета системы линейных уравнений. Это приводит к резкому увеличению временных затрат на выполняемый расчет. Предложенный нами метод расчета с фиксированными узлами заключается в следующем.

При расчете электрического поля с заданной погрешностью ϵ_{ps} расчетная область разбивается сеткой с большим шагом разбиения, чем шаг, необходимый для расчета с заданной погрешностью. При этом полученная сетка может обеспечить погрешность расчета ϵ_{ps_1} , которая больше заданной. Итерационный процесс прекращается при достижении погрешности ϵ_{ps_1} . Значения потенциала электрического поля в узлах крупной сетки определяются с погрешностью ϵ_{ps_1} .

На втором этапе расчетная область разбивается более мелкой сеткой, которая позволяет осуществить расчет с заданной погрешностью ϵ_{ps} . Мелкая сетка задается так, чтобы в часть ее узлов попали все узлы предыдущей сетки. Значение потенциала в этих узлах принимается равным значению потенциала, рассчитанного на более крупной сетке. Каждый такой узел отмечается, и значение потенциала в нем фиксируется.

Затем проводится расчет системы линейных уравнений на более мелкой сетке во всех ее узлах за исключением ранее отмеченных. Расчет прекращается при достижении заданной погрешности ϵ_{ps} . Затем снимается фиксация на значения потенциала в отмеченных узлах сетки. Окончательно проводится расчет во всех узлах сетки, включая ранее отмеченные. Расчет прекращается при достижении заданной погрешности.

Экспериментальная часть

Моделирование распределения электрического поля проводилось для облучателя, представляющего собой трубу квадратного сечения размером 50х50 см. Одинаковый потенциал подавался на противоположные электроды. Расчет проведен для постоянного напряжения. На нижнем и верхнем электроде – нулевой потенциал, на правом и левом – 10 кВ. На рисунке 2 показано распределение потенциала в расчетной области. На рисунке 3 приведено распределение электрического поля в системе электродов.

Для большей наглядности, на рисунках 4 и 5 приведены значения потенциала и напряженности электрического поля на оси облучателя.

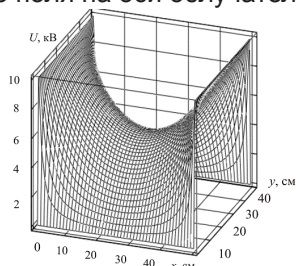


Рис. 2 – Распределение потенциала в расчетной области

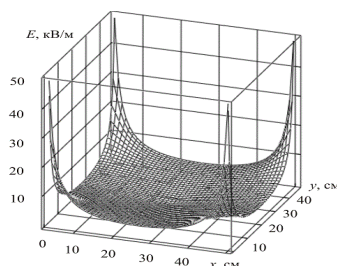


Рис. 3 – Распределение напряженности электрического поля

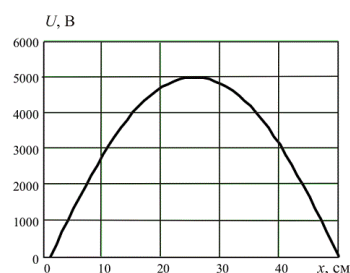


Рис. 4 – Распределение потенциала на оси облучателя

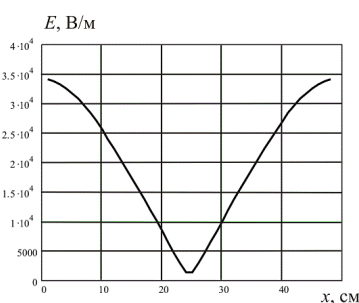


Рис. 5 – Распределение напряженности электрического поля на оси облучателя

Заключение

Проведенные численные исследования показывают, что при искусственном воздействии электрических полей на семена растений необходимо учитывать неравномерность электрического поля. Результаты моделирования показывают, что величина электрического поля в приведенной системе облучателя изменяется в рабочей зоне на порядок. Такое различие может существенно сказываться на всхожести семян.

Разработанный алгоритм и программное обеспечение моделирования электрических полей позволит исследовать поля в облучателях с произвольной системой электродов [7].

Список литературы

Чуваев, П. П. Влияние слабых и сверхслабых магнитных полей на одноклеточные растения различных ботанических типов и классов [Текст] / П. П. Чуваев, А. И. Арнаутова, Н. А. Крюков // Тезисы докладов П зонального симпозиума по бионике. – Минск, 1967. – С. 107-108.

2. Богатина, Н. И. Влияние электрических полей



на растения [Текст] / Н. И. Богатина, Н. В. Шейкина // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24 (63). – № 1. – С. 10-17.

3. Стаканов, В.Д. Некоторые аспекты действия постоянного электрического поля и тока на древесные растения [Текст] / В.Д. Стаканов, Л. И. Голумозова // Средообразующая роль леса. – Красноярск, 1974. – С. 121-132.

4. Карташев, А. Г. Экологическая оценка переменного электрического поля ЛЭП [Текст] / А.Г. Карташев, Г. Х. Плеханов // Биологическое действие электромагнитных полей : тез. докл. – Пушкино : ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1982. – С. 95-100.

5. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы в электрическом поле постоянного тока [Текст] / З. М. Хасанова, Р. Р. Ахметов, Ш. Я. Гелязетдинов [и др.] // Электронная обработка материалов. – 1972. – № 4. – С. 71-77.

6. Арефьев, А. С. Расчет электрического поля на иррегулярных сетках [Текст] / А. С. Арефьев, В. А. Антошкин, Ю. А. Юдаев // Информатика и прикладная математика. – Рязань : РГПУ, 1999. – С. 31-37.

7. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ / В. А. Антошкин, Ю. А. Юдаев ; правообладатель . - № 2000610404 ; заявка № ; зарегистрировано 19.05.00.

NUMERAL STUDIES OF ELECTRIC FIELD DISTRIBUTION IN THE SYSTEM OF ELECTRODES WHEN TREATING PLANTS SEEDS

YUDAEV Yury A., Doctor of Technical Science, Full Professor of Energy Supply Faculty, yu.yudaev@mail.ru

KOZHANOVA Tatyana V., Aspirant of Energy Supply Faculty, t.vk@mail.ru

YUDAEV Maxim Yu., Aspirant of Energy Supply Faculty, zumbat@mail.ru.

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

SMELIK Victor A., Dr. tech. sci. Sciences, Professor, Vice-rector on scientific work, St. Petersburg state agrarian University, Saint-Petersburg, smelik_va@mail.ru

Treating the crops seeds with electric fields of different intensity and different energy and frequency characteristics may increase yields. Depending on the magnitude of the field one can obtain the effect of enhancing or inhibition of plant growth and seed germination. They have not studied the mechanisms of the effect of electric fields on biological objects. It is necessary to determine the sensation threshold and the threshold for harmful effect of electric fields on plants. When having experiments on the effects of the electric field on the seeds it is important to consider the nature of the field distribution in the space. Uneven distribution can significantly skew the results of experiments and give wrong conclusions. The aim of the article is electric field visualization based on numerical simulation. We have provided numerical study of the potential distribution and the electric field intensity in electrodes. We have developed a computer program that allows you to simulate the electrical installations in the field with any geometry irradiators. We have determined that the electric field distribution in square irradiators can significantly differ from the values in various parts of the illuminator. We have presented the results of numerical studies and basic mathematical formulas. We have also presented a method for calculating the electric field having fixed nodes on irregular grids. We have provided the calculations for the case of the interface between two media. We have presented the criterion of the design scheme stability. We have compared the performance of different methods. The numerical studies have shown that when artificial electric fields effect on plant seeds one should consider non-uniformity of the electric field. The electric field in the above system of the illuminator changes significantly in the working area. This difference may substantially affect the seeds germination.

Key words: germination stimulation, electric field, electric field intensity, numeral modeling.

Literatura

1. Chuvaev, P.P. Vliyaniye slabykh i sverkhslabykh poley na odnokletochnyye rasteniya razlichnykh botanicheskikh tipov i klassov [Tekst] / P.P. Chuvaev, A.I. Arnautova, N.A. Kryukov // Tezisy dokladov II zonal'nogo simposiuma po bionike. – Minsk, 1967. – S. 107-108.

2. Bogatina, N.I. Vliyaniye ehlektricheskikh poley na rasteniya [Tekst] / N.I. Bogatina, N.V. Sheykina // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya «Biologiya, khimiya». – 2011. – Т. 24 (63). – № 1. – S. 10-17.

3. Stakanov, V.D. Nekotorye aspekty deystviya postoyannogo ehlektricheskogo polya i toka na drevesnye rasteniya [Tekst] / V.D. Stakanov, L.I. Golomozova // Sredoobrazuyushchaya rol' lesa. – Krasnoyarsk, 1974. – S. 121-132.

4. Kartashev, A.G. Ehkologicheskaya ocenka peremennogo ehlektricheskogo polya LEhP [Tekst] / A.G. Kartashev, G.Kh. Plekhanov // Biologicheskoe deystvie ehlektromagnitnykh poley : tez. dokl. – Pushchino : ONTINCBIANSSSR, 1982. – S. 95-100.

5. Predposevnaya obrabotka semyan yarovoy pshenicy v ehlektricheskom pole postoyannogo toka [Tekst] / Z.M. Khasanova, R.R. Akhmetov, Sh. Ya. Gelyazetdinov [i dr.] // Ehlektronnaya obrabotka materialov. – 1972. – № 4. – S. 71-77.

6. Aref'ev, A.S. Raschet ehlektricheskogo polya na irregulyarnykh setkakh [Tekst] / A.S. Aref'ev, V.A. Antoshkin, Yu.A. Yudaev // Informatika i prikladnaya matematika. – Ryazan' : RGPU, 1999. – S. 31-37.

7. Svidetel'stvo ob oficial'noy registracii program dlya EhVM / V.A. Antoshkin, Yu.A. Yudaev ; pravoobladatel' . - № 2000610404 ; zayavka № ; zaregistrirovano 19.05.00.