

ISSN 2073-0462
DOI

ВЕСТНИК
КАЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

VESTNIK
OF KAZAN STATE
AGRARIAN UNIVERSITY

QUARTERLY SCIENTIFIC JOURNAL

№ 2 (66)

Казань, 2022



Научный журнал
Вестник Казанского ГАУ, 2022, № 2 (66), август
Учрежден Казанским государственным аграрным университетом
(Казанским институтом сельского хозяйства и лесоводства) в 1925 г.

Адрес издателя и редакции:
420015, г. Казань
ул. К. Маркса, 65
тел. (843) 567-46-19

www.vestnik-kazgau.com
e-mail: vestnik@kazgau.com

Подписной индекс в каталоге
«Объединенный каталог.
Пресса России.
Газеты и журналы»
на II полугодие 2022 года:
40977

Зарегистрирован
Федеральной службой по
надзору в сфере связи,
информационных технологий
и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор) -
свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС-77-48189
от 19 января 2012 г.

Журнал включен
в Российский индекс
научного цитирования (РИНЦ)

По решению ВАК России
«Вестник Казанского
государственного аграрного
университета»
входит в Перечень ведущих
рецензируемых научных
журналов и изданий,
в которых могут быть
опубликованы основные
научные результаты
диссертационных работ
на соискание ученой
степени кандидата
и доктора наук
по направлениям:

06.01.00 «Астрономия»
05.20.00 «Процессы и машины
агроинженерных систем»
08.00.00 «Экономические науки»

Журнал «Вестник Казанского
государственного аграрного
университета» включен в
базу Russian Science Citation
Index (RSCI) (на платформе
Web of Science)

За достоверность информации
в опубликованных материалах
ответственность несут
авторы публикаций

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Председатель редакционного совета, главный научный редактор
Файзрахманов Д.И. – доктор экономических наук, профессор, академик АН РТ

Заместители главного редактора:

Валиев А.Р. – доктор технических наук, доцент
Зиганшин Б.Г. – доктор технических наук, профессор, профессор РАН

Члены редакционной коллегии:

Мазитов Н.К. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, чл.-корр. РАН
Сафин Р.И. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, чл.-корр. АН РТ
Кадырова Ф.З. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, чл.-корр. АН РТ
Сержанов И.М. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Амиров М.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Сафиоллин Ф.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Низамов Р.М. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Исайчев В.А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Васин А.В. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Замалиева Ф.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Пonomareva M.L. – доктор биологических наук, профессор
Лобачевский Я. П. – доктор технических наук, академик РАН
Иванов Ю. А. – доктор технических наук, профессор, академик РАН
Цой Ю.А. – доктор технических наук, профессор, чл.-корр. РАН
Хафизов К.А. – доктор технических наук, профессор
Адигамов Н.Р. – доктор технических наук, профессор
Курдюмов В.И. – доктор технических наук, профессор
Калимуллин М.Н. – доктор технических наук, доцент
Клычова Г.С. – доктор экономических наук, профессор
Мухаметгалиев Ф.Н. – доктор экономических наук, профессор
Газетдинов М.Х. – доктор экономических наук, профессор
Закирова Алсу Рафкатовна – доктор экономических наук, доцент

Члены международной редакционной коллегии:

Бухарбаева А.Ж. – доктор, Кызылординский университет имени Коркыт Ата
Панков Д.А. – доктор экономических наук, профессор, Белорусский государственный экономический университет
Сембиева Л. М. – доктор экономических наук, профессор, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева

EDITORIAL BOARD:

Editor-in-Chief

Fayzrahmanov D.I. – Doctor of Economics, professor, corresponding member of the Academy of Sciences of Tatarstan

Deputy Editors:

Valiev A.R. – Doctor of Engineering, associate professor
Ziganshin B.G. – Doctor of Engineering, professor, professor of the Russian Academy of Sciences

Members of the Editorial Board:

Mazitov N.K. – Doctor of Agriculture, professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences
Safin R.I. – Doctor of Agriculture, professor, corresponding member of the Academy of Sciences of Tatarstan
Kadyrova F.Z. – Doctor of Agriculture, professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences
Serzhanov I.M. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Amirov M.F. – Doctor of Agriculture, professor
Safiollin F.N. – Doctor of Agriculture, professor
Nizamov R.M. – Doctor of Agriculture, professor
Isaychev V.A. – Doctor of Agriculture, professor
Vasin A.V. – Doctor of Agriculture, professor
Zamaliyeva F.F. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Ponomareva M.L. – Doctor of Biological Sciences, Professor
Lobachevskiy Ya. P. – Doctor of Agriculture, member of the Russian Agricultural Academy of Sciences
Ivanov Yu. A. – Doctor of Agriculture, professor, member of the Russian Agricultural Academy of Sciences
Tsoj Ju.A. – Doctor of Engineering, professor, corresponding member of the Russian Agricultural Academy of Sciences
Khafizov K.A. – Doctor of Engineering, professor
Adigamov N.R. – Doctor of Engineering, professor
Kurdyumov V.I. – Doctor of Engineering, professor
Kalimullin M.N. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Klychova G.S. – Doctor of Economics, professor
Mukhametgaliev F.N. – Doctor of Economics, professor
Gazetdinov M.Kh. – Doctor of Economics, professor
Zakirova A.R. – Doctor of Economics, Associate Professor

Members of the International Editorial Board:

Bukharbaeva A.Zh. – Doctor, Kyzylorda University named after Korqyt Ata
Pankov D.A. – Doctor of Economics, Professor, Belarusian State Economic University
Sembieva L. M. – Doctor of Economics, Professor, Eurasian National University. L.N. Gumilyov

©Вестник Казанского ГАУ, 2022
©Научно-издательский центр ИНФРА-М, 2022

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

	стр.
Амиров М.Ф., Толокнов Д.И. Влияние минеральных удобрений, обработки семян и посевов на продуктивность яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан	8
Гусейнова Б.М., Абдулгамидов М.Д., Мусаева Р.Т. Товарно-потребительские показатели качества и хозяйственно-ценные признаки интродуцированных сортов черешни разных сроков созревания, культивируемых в предгорной плодовой зоне Дагестана	14
Левакова О.В., Костаньянц М.И. Устойчивость сортов пшеницы озимой к основным болезням в лесостепной агроклиматической зоне Рязанской области	22
Орлянская Н.А., Орлянский Н.А., Чеботарёв Д.С. Оценка комбинационной способности самоопыленных семей кукурузы (S_5) смешанной генетической плазмы	28
Ренёва М. В., Губанов В. Г., Губанова В. М. Выживаемость и зимостойкость генотипов <i>Oryza sativa</i> L. в условиях Северной Лесостепи Тюменской области	36
Сайдяшева Г.В., Зайцева К.Г. Влияние препарата Биотран на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Среднего Поволжья	42
Хисматуллин М.М., Валиев А.Р., Хисматуллин М.М., Мухаметгалиев Ф.Н., Асадуллин Н.М., Рахим Уллах Противозероэрозийная мелиорация в Республике Татарстан	47

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Старовойтов С.И., Лонин С.Э. Высевающий аппарат пневматической сеялки для совмещенного высева семян различных культур	55
Будников Д.А. Система управления экспериментальной установкой электрофизического воздействия на зерно	59
Ибяттов Р.И. Численный расчет фильтрования суспензии неньютоновского поведения в намывных фильтрах	68
Мазитов Н.К., Валиев А.Р., Шарафиев Л.З., Мухаметшин И.С. Совершенствование влагоаккумулирующей техники и технологии обработки почвы и посева	74
Максимов А.В., Зимина Л.А., Адигамов Н.Р., Зиганшин Б.Г. Исследование гидравлического привода клапанов ГРМ	84
Мудров А.П., Хабибуллин Ф.Ф., Пикмуллин Г.В., Гургенидзе З.Д. Синтез пространственных пяти- и шестизвенных механизмов с вращательными парами по движению выходного звена	92
Нуруллин Э.Г., Файзуллин Р.А. Экспериментальное исследование травмирования семян в сельскохозяйственных машинах	99
Хафизов К.А., Хафизов Р.Н., Нурмиев А.А. Метод расчета выброса диоксида углерода машинно-тракторными агрегатами на технологических операциях, с учетом влияния параметров агрегатов на формируемый урожай зерновых культур	106

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бухарбаева А. Ж., Клычова Г.С., Зиганшин Б.Г., Закирова А.Р., Хоружий В.И., Нуриева Р.И. Механизмы реализации инновационной политики в сельском хозяйстве Кызылординской области Республики Казахстан	113
Газетдинов М.Х., Семичева О.С., Газетдинов Ш.М. Механизмы влияния социально-экономических факторов сельских территорий на результаты аграрного производства	119
Измайлова М.А., Корнева Е.Ю., Зиганшин Б.Г., Дмитриев А.В., Марданов Р.Х. Международное высшее образование: проблемы качества и перспективы развития	124
Ильин С.Ю. Стоимостной подход к оценке устойчивости функционирования экономики организаций	131
Исхаков А.Т., Гатина Ф.Ф. Факторный анализ развития молочного скотоводства регионов России	137
Каширская Л.В., Зурнаджянц Ю.А. Аудит эффективности национальных проектов	145
Мухаметгалиев Ф.Н., Авхадиев Ф.Н., Ситдикова Л.Ф. Сельскохозяйственная потребительская кооперация в условиях цифровизации сельской экономики	154
Остаев Г. Я., Ильин С. Ю., Клычова Г.С., Закирова А.Р., Дятлова А.Ф., Хоружий В.И. Управление и оценка устойчивости функционирования корпоративных финансов	162
Субаева А.К., Мухаметгалиев Ф.Н., Мухаметшин И.С., Авхадиев Ф.Н., Гайнутдинов И.Г. Теоретические основы технической модернизации сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации	168

CONTENTS

Agricultural sciences

	Pages
Amirov M.F., Toloknov D.I. The influence of mineral fertilizers, seed and crops treatment on spring wheat productivity in the conditions of Kama region of the republic of Tatarstan	8
Huseynova B.M., Abdulgamidov M.D., Musaeva R.T. Commercial and consumer indicators of quality and economically Valuable signs of introduced cherry varieties of different Maturation dates cultivated in foothill fruit zone of Dagestan.....	14
Levakova O.V., Kostanyants M.I. Resistance of winter wheat varieties to the main diseases in the Forest climatic zone of the Ryazan region	22
Orlyanskaya N.A., Orlyansky N.A., Chebotarev D.S. Evaluation of combining ability of corn inbreds (S ₅) developed from genetically diverse germplasm	28
Reneva M. V., Gubanov V. G., Gubanova V. M. Survival and winter hardiness of Origanum Vulgare L. genotypes in the Northern Forest-Steppe of the Tyumen Region	36
Saydyasheva G.V., Zaitseva K.G. Influence of Biotran on the productivity and quality of spring wheat grain in the middle Volga region	42
Khismatullin M.M., Valiev A.R., Khismatullin M.M., Mukhametgaliev F.N., Asadullin N.M., Rakhim Ullah Erosion control reclamation in the Republic of Tatarstan	47

Technical sciences

Akhalaya B.Kh., Shogenov Yu.Kh., Starovoitov S.I., Lonin S.E. The seeding machine of a pneumatic seed drill for combined Seeding different cultures	55
Budnikov D.A. Control system of the experimental setup of the electrophysical effectson grain.....	59
Ibyatov R.I. Numerical calculation of the filtration of a suspension of non-Newtonian behavior in pre-wash filters.....	68
Mazitov N.K., Valiev A.R., Sharafiev L.Z., Mukhametshin I.S. Improvement of water-storage equipment and technology of soil treatment and sowing	74
Maksimov A.V., Zimina L.A., Adigamov N.R., Ziganshin B.G. Research of hydraulic drive valves timing	84
Mudrov A.P., Khabibullin F.F., Pikhullin G.V., Gurgenedze Z.D. Synthesis of spatial five- and six-link mechanisms with rotational pairs based on the movement of the output link	92
Nurullin E.G., Faizullin R.A. Experimental study of seed injury in agricultural machines.....	99
Khafizov K.A., Khafizov R.N., Nurmiev A.A. Method of calculation of carbon dioxide emission by machine-tractor units in technological operations, taking into account the influence of the parameters of the units on the formed crop of grain crops	106

Economic sciences

Bukharbaeva A. Zh., Klychova G.S., Ziganshin B.G., Zakirova A.R., Khoruzhy V.I., Nurieva R.I. Mechanisms for the implementation of innovation policy in agriculture of the Kyzylorda region Republic of Kazakhstan.....	113
Gazetdinov M.Kh., Semicheva O.S., Gazetdinov Sh.M. Mechanisms of influence of socio-economic factors of rural areas on the results of agricultural production	119
Izmailova M.A., Korneva E.Yu., Ziganshin B.G., Dmitriev A.V., Mardanov R.Kh. International higher education: quality problems and development prospects	124
Ilyin S.Yu. Cost approach to sustainability assessment the functioning of the economy of organizations	131
Iskhakov A.T., Gatina F.F. Factor analysis of dairy cattle development in Russian regions	137
Kashirskaya L.V., Zurnadzhyants Yu.A. Audit of the effectiveness of national projects.....	145
Mukhametgaliev F.N., Avkhadiyev F.N., Sitdikova L.F. Agricultural consumer cooperation in the context of digitalization of the rural economy.....	154
Ostaev G. Ya., Ilyin S. Yu., Klychova G.S., Zakirova A.R., Dyatlova A.F., Khoruzhy V.I. Management and assessment of the sustainability of corporate finance functioning	162
Subaeva A.K., Mukhametgaliev F.N., Mukhametshin I.S., Avkhadiyev F.N., Gainutdinov I.G. Theoretical foundations of the technical modernization of agriculture in the context of digital transformation.....	168



Валиев Айрат Расимович

Уважаемый читатель!

Представляем вашему вниманию очередной номер журнала «Вестник Казанского ГАУ», который посвящён 100-летию юбилею Казанского государственного аграрного университета.

История развития Казанского государственного аграрного университета имеет глубокие корни, тесно связана как с историей Республики Татарстан, так и сельского хозяйства. Университет появился в самые трудные для нашей страны годы гражданской войны и всегда успешно справлялся с главной задачей – подготовкой специалистов для села. Студенты и преподаватели Университета героически сражались в годы Великой Отечественной войны, осваивали целину, решали задачи повышения продуктивности наших полей, активно участвовали в жизни Республики Татарстан.

За эти годы в стенах университета были подготовлены более 40 тысяч специалистов для сельского хозяйства. Многие выпускники Казанского ГАУ стали известными учеными, работниками сельскохозяйственных предприятий, руководителями государственных органов различного уровня, депутатами законодательных органов власти.

Значительный вклад Казанский ГАУ вносит в научное обеспечение агропромышленного комплекса Республики Татарстан и России. В университете сформированы и успешно развиваются 12 научных школ, возглавляемые видными учеными и занимающие лидирующие позиции в области агрономии, механизации сельскохозяйственного производства, экономики и управления в АПК, современных технологий производства продукции.

Казанский ГАУ всегда своевременно старается опубликовать и донести до всех заинтересованных сторон последние результаты исследований, в том числе, учёных России и зарубежья. Площадка нашего журнала служит своевременным проводником самых передовых идей, посвященных сельскому хозяйству.

Я хочу поблагодарить всех тех, кто выбирает наш журнал для публикации и заверяю, что мы и дальше будем поддерживать высокую планку, заданную нашими учителями.

С уважением,
ректор

Валиев А.Р.

Краткая справка о журнале "Вестник Казанского государственного аграрного университета"

С первых лет существования в Казанском государственном аграрном университете уделялось большое внимание публикации результатов научных исследований. В 1925 году впервые вышел в свет "Сборник научных статей Казанского Института сельского хозяйства и лесоводства" (выпуски I-IV). В первом выпуске была напечатана краткая программа с определением цели и задач издания: "Редакция полагает, что помимо чисто научного теоретического характера работ, сборник должен уделять внимание и чисто практическим задачам; в разрешении и освещении таковых: целый ряд самых животрепещущих вопросов Прикамья и Поволжья, как в вопросах лесоводства, так и сельского хозяйства, с их сложными актуальными политико-экономическими проблемами, требуют упорного и неотложного анализа и возможного разрешения".

В 1926 году выпуск V вышел под новым названием "Известия Казанского института сельского хозяйства и лесоводства", которое сохранялось до 1930 года. С 1927 года "Известия..." печатались раздельно по частям (номерам): "Агрономическая" (№1) и "Лесная" (№2). В 1928-1929 гг. наряду с 1 и 2 номерами были выпущены №3 "Часть официальная". Практиковалось и издание "приложений" к отдельным номерам. Так в 1929 году, в 5-й год издания, вышло приложение к №1 "Известий Казанского института сельского хозяйства и лесоводства", в котором были напечатаны материалы первого съезда агрономов и лесоводов, окончивших Казанский институт сельского хозяйства и лесоводства. Журнал использовался и для рекламных целей: на второй и третьей страницах обложки давалась информация об изданиях института с указанием цен. Так вып.5. 1926 года "Известий ..." стоимостью 2 р.50 коп. можно было заказать в редакции журнала. Тираж издания в 20-х годах был небольшой - 600 экземпляров. В 1930-х годах тираж журнала вырос до 1000 экземпляров. Размер и формат издания в разные годы не был одинаковым. Так, если первые выпуски имели большой формат и иллюстрации, то более поздние номера отличались академичностью. Тираж вновь сократился до 150 экз.

Распространение издания было достаточно продумано и шло, главным образом, путем обмена. В обменный список были включены 130 различных научных, учебных и общественных учреждений и организаций страны и 20 зарубежных. О том, что журнал предлагался и зарубежному читателю, свидетельствует тот факт, что название "Известий..." и отдельные статьи печатались на русском и немецком языках. Журнал расценивался многими современниками как полезное и авторитетное издание. Оно имело не только местное значение, в нем поднимались проблемы, затрагивающие интересы всей страны, и прежде всего вопросы подготовки специалистов, развития научного потенциала. Среди авторов издания значатся имена видных ученых и практиков, таких как Н.Н. Парфентьев, Л.И. Яшнов, А.А. Юницкий, В.П. Мосолов, Н.И. Туров, И.В. Тюрин, Ю.С. Карпилов, Б.И. Горизонтов, И.В. Утэй, А.А. Зиганшин, Б.В. Шитиков, П.Г. Мудров, А.К. Юльметьев и других. В журнале нашли отражение история становления научных школ и направлений, история Казанского государственного аграрного университета.

В связи с изменениями, происходившими в стране, с переименованием вуза, вносились изменения и в названии периодического издания. Так, в 1933-1936 гг. журнал выпускался как "Известия Казанского сельскохозяйственного института им. М. Горького" под грифом Министерства образования СССР. С 1937 по 1972 годы издание выпускалось под новым названием: "Труды Казанского сельскохозяйственного института им. М. Горького". Выпуск издания на время прерывался. Попытка возрождения периодического издания была предпринята лишь в 2001 году. По решению Ученого совета Казанской государственной сельскохозяйственной академии от 13 декабря 2001 г. был подготовлен и выпущен том 70 "Труды КГСХА" (раздел технические науки), в 2002 был напечатан следующий 71-й том

"Трудов Казанской государственной сельскохозяйственной академии", посвященный проблемам механизации сельского хозяйства.

С 2006 года возобновился выпуск "Вестника Казанской государственной сельскохозяйственной академии" (№1, 2). В опубликованном обращении Файзрахманова Д.И. - на тот момент ректора к читателям отмечено: "Цель нового издания мы видим в информировании российского и мирового научного сообщества о фундаментальных и прикладных исследованиях, которые ведутся в одном из старейших аграрных вузов России. Нам хотелось бы объединить вокруг нашего издания лучшие умы аграрной науки республики, известных политиков, общественных деятелей для решения серьезных социально-экономических проблем села". С № 3 2006 г. журнал выходит под названием "Вестник Казанского государственного аграрного университета".

Журнал выпускается ежеквартально, посвящен актуальным проблемам в области агрономии, животноводства, экономики и управления в АПК, механизации сельскохозяйственного производства, технического сервиса в АПК, землеустройства, лесного хозяйства и экологии. Публикации в журнале имеют как фундаментальный, так и прикладной характер. Журнал ориентирован на широкую аудиторию профессионалов в сфере АПК: ученых, научных работников, преподавателей, руководителей, специалистов, аспирантов и всех людей, интересующихся вопросами и процессами в агропромышленном комплексе. Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. По решению Высшей аттестационной комиссии России журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых могут быть опубликованы основные научные результаты диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата и доктора наук по научным специальностям и соответствующим им отраслям наук, по которым издание включено в перечень: 04.00.00 – Сельскохозяйственные науки; 05.02.03 – Региональная и отраслевая экономика; 50.20.02 – Математические, статистические и инструментальные методы в экономике; 02.00.00 – Технические науки; 04.03.01 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса; 04.03.02 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса; 04.01.01 – Общее земледелие и растениеводство; 04.01.03 – Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений; 04.01.02 – Селекция, семеноводство и биотехнология растений; 04.01.04 – Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры.

Журнал включен в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на сайте e-library.ru. Импакт-фактор журнала за 2020 год составил 0,789. Журнал занимает 44 место в рейтинге SCIENCE INDEX на 01.08.2022 г. год по тематике «Сельское и лесное хозяйство» из 233 журналов. Кроме РИНЦ, журнал также входит в ядро РИНЦ, и с 2018 года журнал «Вестник Казанского государственного аграрного университета» включен в базу Russian Science Citation Index (RSCI) (на платформе Web of Science). База Russian Science Citation Index полностью интегрирована с общей базой научных статей Web of Science. База RSCI стала четвертой региональной на платформе после латиноамериканской, китайской и корейской. На данный момент в RSCI включено 944 российских журнала, выделенных экспертами в результате многоэтапного отбора. Журнал «Вестник Казанского государственного аграрного университета» представлен в списке под номером 150 (последнее обновление 27.07.2022). Каждой статье присваивается цифровой идентификатор DOI.

Полные тексты публикуемых в журнале статей размещаются на сайте научной электронной библиотеки (www.e-library.ru) и на сайте журнала (www.vestnik-kazgau.com).

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, ОБРАБОТКИ СЕМЯН И ПОСЕВОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
М.Ф. Амиров, Д.И. Толокнов

Реферат. Исследования проводили с целью определения влияния расчетных доз минеральных удобрений, обработки семян и вегетирующих растений стимулятором роста на продуктивность яровой мягкой пшеницы. Работу выполняли в 2019–2021 гг. на серых лесных почвах Республики Татарстан. Схема полевого опыта предполагала изучение следующих вариантов: минеральные удобрения (фактор А) – без удобрений (0); расчётная доза на урожайность зерна 3,5 т/га ($N_{36}P_{23}K_{35}$); расчётная доза на урожайность зерна 4,5 т/га ($N_{94}P_{83}K_{77}$); стимуляторы роста (фактор В) – протравливание семян Виал Траст 0,5 л/т; протравливание семян Виал Траст 0,5 л/т + опрыскивание растений в фазе кущения Стимакс Рост 1 л/га; протравливание семян Виал Траст 0,5 л/т и Стимакс 0,5 л/т + опрыскивание растений в фазе кущения Стимакс Рост 1 л/га; протравливание семян Виал Траст 0,5 л/т и Стимакс 0,5 л/т + опрыскивание растений в фазе выхода в трубку Нутривант Плюс 2 кг/га. Выживаемость растений на неудобренном фоне составляла 57,7...62,0 %, $N_{36}P_{23}K_{35}$ – 62,5...67,2 %, $N_{94}P_{83}K_{77}$ – 71,8...79,8 %. Комплексное влияние протравителя и стимуляторов роста при обработке семян и растений в фазы кущения и выхода в трубку обеспечивало увеличение выживаемости растений на неудобренном фоне на 4,3 %, на фоне $N_{36}P_{23}K_{35}$ – на 4,7 %, на фоне $N_{94}P_{83}K_{77}$ – на 8,0 %. Средняя урожайность пшеницы сорта Ульяновская 105 на неудобренном фоне составляла 3,21 т/га, $N_{36}P_{23}K_{35}$ – 3,69 т/га, $N_{94}P_{83}K_{77}$ – 4,28 т/га. Совместное использование стимуляторов роста при обработке семян и растений в фазы кущения и выхода в трубку сопровождалось увеличением урожайности пшеницы на 4,7, 5,1 и 7,0 % соответственно.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.), урожайность, минеральные удобрения, обработка семян, стимуляторы роста.

Введение. Важнейшая задача аграриев Республики Татарстан – формирование стабильных урожаев зерна пшеницы. Важное место в решении этой задачи занимает формирование выровненных всходов [1]. Мощность корневой системы яровой пшеницы недостаточна, для того чтобы конкурировать с сорными растениями [2]. Важным фактором при этом выступают выбор предшественника и соблюдение севооборота [3], а также качество подготовленных к посеву семян, их всхожесть, масса 1000 зерен, наличие инфекции и др. [4]. Для эффективного развития корней пшеницы в начале вегетации необходимо создание оптимальных условий в корнеобитаемом слое почвы – наличие влаги, воздуха, элементов питания, высокая биологическая активность микроорганизмов [5]. Кроме того, по мнению ряда ученых, важным условием представляется повышение активности самих растений с использованием стимуляторов роста при предпосевной обработке семян и в наиболее интенсивные периоды роста и развития вегетирующих растений [6]. После формирования оптимального стеблестоя культуры в начале вегетации растения необходимо обеспечить достаточным количеством элементов питания и в дальнейшие фазы развития [7]. Каждая культура, сорт отличается агробиологическими особенностями и по-своему реагирует на уровень минерального питания [8]. Ряд ученых склонны считать, что стимуляторы роста прежде всего влияют на биометрические показатели растения, а качество продукции зависит от их использования не суще-

ственно [9].

Цель исследования – изучение совместного воздействия минеральных удобрений, предпосевной обработки семян и обработки посевов стимуляторами роста в отдельные фазы развития яровой пшеницы на урожайность и качество зерна.

Условия, материалы и методы. Работу проводили на опытном поле ООО «Агробиотехнопарк» при ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» в 2019–2021 гг. Почва опытного участка серая лесная, содержание в пахотном слое гумуса более 3,0 %, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) – соответственно очень высокое (более 250 мг/кг) и повышенное (121...170 мг/кг), реакция среды – нейтральная (рН солевой вытяжки – 6,1...7,0). Метеорологические условия в 2019 и 2020 гг. были благоприятными для формирования урожая зерна яровой пшеницы, в 2021 г. они были хуже, чем в предыдущие годы. Схема полевых исследований предусматривала изучение следующих вариантов:

минеральные удобрения (фактор А) – без удобрений (0); расчётная доза минеральных удобрений балансовым методом на урожайность зерна в 3,5 т/га ($N_{36}P_{23}K_{35}$); расчётная доза на урожайность зерна в 4,5 т/га ($N_{94}P_{83}K_{77}$);

стимуляторы роста (фактор В) – протравливание семян Виал Траст 0,5 л/т; протравливание семян Виал Траст 0,5 л/т + опрыскивание растений в фазе кущения регулятором роста Стимакс Рост 1 л/га; протравливание семян Виал Траст 0,5 л/т и Стимакс 0,5 л/т +

опрыскивание растений в фазе кушения Стимакс Рост 1 л/га; протравливание семян Виал Траст 0,5 л/т и Стимакс 0,5 л/т + опрыскивание растений в фазе кушения Стимакс Рост 1 л/га и в фазе выхода в трубку Нутривант Плюс 2 кг/га.

Полевые опыты закладывали в четырехкратной повторности, делянки размещали последовательно, общая площадь делянок – 29 м², учетная для уборки комбайном – по 25 м². Предшественник – озимая пшеница, основная обработка почвы заключалась в лушении стерни на 6...8 см и вспашке плугом на глубину 24...26 см. Объектом исследования служила яровая мягкая пшеница сорта Ульяновская 105. Статистическую обработку результатов исследований проводили по Б. А. Доспехову с использованием программ для Microsoft Excel [10].

Результаты и обсуждение. Полевая всхожесть яровой пшеницы при использовании только протравителя Виал Траст 0,5 л/т на неудобренном фоне в среднем за 2019–2021 гг. составляла 66,0 % (табл. 1).

Совместная предпосевная обработка семян протравителем Виал Траст 0,5 л/т и стимуля-

тором роста Стимакс 0,5 л/т на этом же фоне позволила повысить полевую всхожесть на 0,5...3,0 %. На фоне NPK в дозе, рассчитанной на 3,5 т/га зерна, полевая всхожесть при использовании только протравителя Виал Траст составляла 74,2 %, а при совместной обработке семян протравителем и стимулятором роста на 1,5...4,0 % больше. На фоне NPK в дозе, рассчитанной на 4,5 т/га зерна, она была равна 81,5 % и 83,0...88,5 % соответственно. На фоне NPK в расчете на 3,5 т/га зерна полевая всхожесть яровой пшеницы была выше, чем на неудобренном фоне, на 8,2...10,9 %, NPK на 4,5 т/га – на 15,5...19,5 % [11, 12, 13].

Усредненная за три года сохранность всходов яровой пшеницы на неудобренном фоне составляла 87,4...89,9 %, NPK на 3,5 т/га зерна – 84,3...86,1 %, на 4,5 т/га зерна – 88,1...90,2 %. Совместное использование протравителя Виал Траст и стимулятора роста Стимакс при предпосевной обработке семян и опрыскивании вегетирующих растений в фазе кушения яровой пшеницы Стимакс Рост 1 л/га, а также в фазе выхода в трубку Нутривант Плюс 2 кг/га способствовало увеличению сохранности на неудобренном фоне на 2,5 %, на фоне NPK

Таблица 1 – Полевая всхожесть и сохранность растений яровой пшеницы в зависимости от фона питания, обработки семян и посевов (2019–2021 гг.)

Фон питания (фактор А)	Обработка семян и опрыскивание посевов (фактор В)				Среднее
	Виал Траст 0,5 л/т	Виал Траст 0,5 л/т + Стимакс Рост 1л/га в фазе кушения	Виал Траст 0,5 л/т + Стимакс Рост 1л/га в фазе кушения	Виал Траст 0,5 л/т + Стимакс Рост 1л/га в фазе кушения + Нутривант Плюс 2кг/га в фазе выхода в трубку	
Количество всходов, шт./м ²					
Без удобрений	396	399	404	414	403
NPK на 3,5 т/га	445	454	469	468	459
NPK на 4,5 т/га	489	498	520	531	510
Среднее	443	450	464	471	457
НСР ₀₅ для факторов: А=14; В, АВ=3; частных различий=6					
Полевая всхожесть, %					
Без удобрений	66,0	66,5	67,3	69,0	67,2
NPK на 3,5 т/га	74,2	75,7	78,2	78,0	76,5
NPK на 4,5 т/га	81,5	83,0	86,7	88,5	84,9
Среднее	73,9	75,1	77,4	78,5	76,2
Число растений к уборке, шт./м ²					
Без удобрений	346	355	361	372	359
NPK на 3,5 т/га	375	384	398	403	390
NPK на 4,5 т/га	431	439	462	479	453
Среднее	384	393	407	418	401
НСР ₀₅ для факторов: А=12,8; В, АВ=3,1; частных различий=5,3					
Сохранность всходов, %					
Без удобрений	87,4	89,0	89,4	89,9	88,9
NPK на 3,5 т/га	84,3	84,6	84,9	86,1	85,0
NPK на 4,5 т/га	88,1	88,2	88,8	90,2	88,8
Среднее	86,6	87,3	87,7	88,7	87,6
Выживаемость растений, %					
Без удобрений	57,7	59,2	60,2	62,0	59,8
NPK на 3,5 т/га	62,5	64,0	66,3	67,2	65,0
NPK на 4,5 т/га	71,8	73,2	77,0	79,8	75,5
Среднее	64,0	65,5	67,8	69,7	66,8

Таблица 2 – Урожайность яровой пшеницы на различных фонах питания, обработке семян и опрыскивании посевов, т/га

Фон питания (фактор А)	Обработка семян и опрыскивание посевов (фактор В)				средняя
	Виал Траст 0,5 л/т	Виал Траст 0,5 л/т + Стимакс Рост 1 л/га в фазе кушения	Виал Траст 0,5 л/т + Стимакс Рост 1 л/га в фазе кушения	Виал Траст 0,5 л/т + Стимакс Рост 1 л/га в фазе выхода в трубку	
2019 г.					
Без удобрений	4,95	5,03	5,23	5,25	5,12
НРК на 3,5 т/га	5,70	5,75	5,84	5,97	5,82
НРК на 4,5 т/га	6,53	6,62	6,68	6,79	6,66
Средняя	5,73	5,80	5,92	6,00	5,86
НСР ₀₅ для факторов: А=0,37; В, АВ=0,16; частных различий=0,27					
2020 г.					
Без удобрений	2,92	2,95	2,99	3,02	2,97
НРК на 3,5 т/га	3,36	3,49	3,50	3,53	3,47
НРК на 4,5 т/га	3,94	4,24	4,26	4,34	4,20
Средняя	3,41	3,56	3,58	3,63	3,55
НСР ₀₅ для факторов: А=0,20; В, АВ=0,04; частных различий=0,08					
2021 г.					
Без удобрений	1,76	1,78	1,80	1,82	1,79
НРК на 3,5 т/га	2,02	2,10	2,11	2,13	2,09
НРК на 4,5 т/га	2,37	2,56	2,57	2,61	2,53
Средняя	2,05	2,15	2,16	2,19	2,14
НСР ₀₅ для факторов: А=0,05; В, АВ=0,01; частных различий=0,03					
Средняя за 2019–2021 гг.					
Без удобрений	3,21	3,25	3,34	3,36	3,29
НРК на 3,5 т/га	3,69	3,78	3,82	3,88	3,79
НРК на 4,5 т/га	4,28	4,48	4,50	4,58	4,46
Средняя	3,73	3,84	3,89	3,94	3,85

на 3,5 т/га зерна – на 1,8 %, НРК на 4,5 т/га зерна – на 2,1 %.

Важный показатель, определяющий формирование урожайности, выживаемость растений, при определении которой учитываются и полевая всхожесть, и сохранность всходов до уборки. Выживаемость растений на неудобренном фоне за годы исследований составляла 57,7...62,0 %, НРК на 3,5 т/га зерна – 62,5...67,2 %, на фоне НРК на 4,5 т/га зерна – 71,8...79,8 %. На выживаемость яровой пшеницы повлияли температурный режим, наличие влаги и доступных для растений форм элементов питания при прорастании и в отдельные фазы развития. Комплексное применение протравителя Виал Траст и стимулятора роста Стимакс при предпосевной обработке семян и опрыскивании вегетирующих растений в фазе кушения яровой пшеницы Стимакс Рост 1 л/га, в фазе выхода в трубку Нутривант Плюс 2 кг/га обеспечивало повышение выживаемости растений на неудобренном фоне на 4,3 %, на фоне НРК на 3,5 т/га зерна – на 4,7 %, НРК на 4,5 т/га зерна – на 8,0 %, что в конечном счёте повлияло и на урожайность культуры (табл. 2).

Урожайность яровой пшеницы сорта Ульяновская 105 в среднем за 2019–2021 гг. на неудобренном фоне при обработке семян протравителем Виал Траст 0,5 л/т составляла 3,21 т/га, при совместной обработке семян протравителем, стимулятором роста и опрыскивании

в фазе кушения Стимакс Рост – 3,34 т/га, а при добавлении в фазе выхода в трубку Нутривант Плюс – 3,36 т/га. На фоне НРК на 3,5 т/га зерна при опрыскивании Стимакс Рост средняя урожайность составила 3,78 т/га, что на 2,4 % выше контроля, при обработке семян Стимакс и опрыскивании в фазе кушения Стимакс Рост повышение урожайности достигало 3,5 %, а при дополнительном опрыскивании в фазе выхода в трубку яровой пшеницы Нутривант Плюс – 5,1 %. На фоне НРК на 4,5 т/га зерна при использовании стимуляторов роста путем обработки семян и одного опрыскивания в фазе кушения яровой пшеницы средняя урожайность превышала контроль на 5,1 %, а при обработке семян и двух опрыскиваниях в период вегетации – на 7,0 %.

Масса 1000 зерен в основном зависит от сортовых особенностей и погодных условий в период налива. В наших опытах за вегетацию яровой пшеницы в 2019 г. выпало 253 мм осадков, в 2020 г. – 155 мм, в 2021 г. – только 87 мм. Масса 1000 зерен в засушливом 2021 г. была значительно меньше, чем в предыдущие годы. Средняя величина этого показателя за годы исследований на в контроле составляла 32,1 г, на фоне НРК на 3,5 т/га зерна – 32,5 г и НРК на 4,5 т/га зерна – 33,0 г.

Заметные изменения содержания белка и клейковины в зерне яровой пшеницы в 2019–2021 гг. произошли благодаря использованию различных доз минеральных удобрений

Таблица 3 – Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от фона питания, обработки семян и опрыскивания посевов (среднее за 2019–2021 гг.)

Фон питания	Обработка семян и опрыскивание посевов				
	Виал Траст 0,5 л/т	Виал Траст 0,5 л/т + Стимакс Рост 1л/га в фазе кушения	Виал Траст 0,5 л/т + Стимакс Рост 1л/га в фазе кушения	Виал Траст 0,5 л/т + Стимакс Рост 1л/га в фазе кушения + Нутривант Плюс 2кг/га в фазе выхода в трубку	среднее
Без удобрений					
Массовая доля белка, %	11,5	12,1	12,4	13,5	12,4
Натура, г/л	754	759	761	766	760
Количество клейковины, %	27,5	29,8	30,6	30,5	29,6
Качество клейковины, ед. ИДК	82	82	80	79	81
Стекловидность, %	56	59	61	63	60
Товарный класс	IV	III	III	III	III-IV
NPK на 3,5 т/га					
Массовая доля белка, %	11,8	12,1	12,9	14,0	12,7
Натура, г/л	765	767	774	775	770
Количество клейковины, %	26,5	27,1	29,6	29,0	28,1
Качество клейковины, ед. ИДК	81	80	79	77	79
Стекловидность, %	56	56	56	59	57
Товарный класс	IV	III	III	III	III-IV
NPK на 4,5 т/га					
Массовая доля белка, %	12,2	12,4	13,5	14,1	13,1
Натура, г/л	765	766	768	774	768
Количество клейковины, %	28,4	29,3	31,2	32,1	30,3
Качество клейковины, ед. ИДК	80	79	77	74	78
Стекловидность, %	63	64	66	70	66
Товарный класс	III	III	II	II	II-III

(табл. 3). В контроле массовая доля белка находилась на уровне 11,5...13,5 %, на удобренном NPK на 3,5 т/га зерна – 11,8...14,0 %, NPK на 4,5 т/га зерна – 12,2...14,1 %. Для производства зерна с наилучшими показателями качества большое значение имеют не только обеспеченность растений элементами питания, но и проведение подкормок в наиболее активные фазы развития яровой пшеницы, что подтвердили и наши исследования. Максимальное в опыте содержание белка, клейковины, показатели натуры зерна и стекловидности отмечены на фоне внесения NPK в расчёте на урожайность 4,5 т/га с обработкой семян стимулятором роста Стимакс, посевов в фазе кушения яровой

пшеницы препаратом Стимакс Рост и в фазе выхода в трубку препаратом Нутривант Плюс.

Выводы. Использование расчётных доз минеральных удобрений за 2019–2021 гг. обеспечило значительные прибавки в урожайности яровой пшеницы сорта Ульяновская 105. На неудобренном фоне урожайность зерна составила 3,21 т/га, при внесении NPK в расчёте на 3,5 т/га она возросла на 0,48 т/га, на фоне NPK на 4,5 т/га – на 1,07 т/га. Совместное использование стимуляторов роста при обработке семян и опрыскивании растений в фазе кушения и выхода в трубку способствовало увеличению урожайности яровой пшеницы по всем фонам питания соответственно до 3,36, 3,88 и 4,58 т/га.

Литература

- Амиров М. Ф., Толочков Д. И. Формирование урожая яровой пшеницы в зависимости от использования минеральных удобрений, микроэлементов и гербицида в условиях Республики Татарстан // Плодородие. 2020. № 3 (114). С. 6–9. doi: 10.25680/S19948603.2020.114.01.
- Амиров М. Ф. Интенсивность усвоения углерода полевыми культурами в зависимости от технологии возделывания в условиях Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14. № 3 (63). С.14–18.
- Миникаев Р. В., Фатихов Д. А. Значение предшественников в условиях интенсификации производства зерна в условиях Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1 (55). С. 74–79.

4. Урожайные свойства и качество семян яровой пшеницы в зависимости от фона питания в условиях Республики Татарстан / И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов, А. Р. Сержанова и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 2 (53). С. 52–57.

5. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г. Н. Агиева, Л. С. Нижегородцева, Р. Ж. К. Диабанкана и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4 (60). С. 5–9.

6. Диабанкана Р. Ж. К., Комиссаров Э. Н., Сафин Р. И. Влияние применения биопрепарата на основе эндофитных бактерий на формирование урожая яровой пшеницы // Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. С. 131–136.

7. Effectiveness of microbiological preparations, growth stimulants and fertilizers in winter wheat crops on ordinary chernozem / D.A. Repka, E.A. Potapov, L.P. Beltyukov et al. // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021. Vol. 659. 012068. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/659/1/012068> (дата обращения: 18.04.2022). doi: 10.1088/1755-1315/659/1/012068.

8. Dependence of winter wheat productivity on mineral nutrition and growth stimulants / S.I. Voronov, Y.N. Pleskachev, O.I. Vlasova et al. // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021. Vol. 843. 012018. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/843/1/012018> (дата обращения: 14.04.2022). doi: 10.1088/1755-1315/843/1/012018.

9. Horobets M., Chaika T., Krykunova V. Influence of growth stimulants on the ontogenesis of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) // Colloquium-journal. 2021. No. 7-1 (94). P. 41–42. doi: 10.24412/2520-6990-2021-794-41-42.

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

11. Использование удобрений из куриного помета для выращивания органической продукции / А. С. Ганиев, Ф. С. Сибатуллин, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 9-14. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-9-14. – EDN BAGTXU.

12. Нелюбова Т. М., Рыжова М. А., Канарский А. А. Применение азотных удобрений способом фертигации при доращивании саженцев облепихи // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 48-52. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-48-52. – EDN JJTHKL.

13. Фадеева Д. И., Тагиров М. Ш., Газизов И. Н., Курмакаев Ф. Ф. Влияние сроков сева и норм высева на урожайность сортов озимой пшеницы в условиях Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 2(58). – С. 53-58. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-53-58. – EDN YGHVIZ.

Сведения об авторах:

Амиров Марат Фуатович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой растениеводства и плодовоовощеводства, E-mail: m.f.amirof@rambler.ru

Толокнов Дмитрий Игоревич – аспирант кафедры растениеводства и плодовоовощеводства Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS, SEED AND CROPS TREATMENT ON SPRING WHEAT PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

M.F. Amirov, D.I. Toloknov

Abstract. Improving the efficiency of fertilizers used, growth stimulants, taking into account the active phases of culture development remains relevant. The purpose of our study is to identify the impact of calculated doses of nutrients, pre-sowing seed treatment and treatment of vegetative plants with a growth stimulant on the productivity of spring soft wheat. Field experiments and laboratory studies were conducted in 2019-2021 on gray forest soils of Agrobiotechnopark LLC of Kazan State Agrarian University. The scheme of the field experiment involved the study of the following options: mineral fertilizers (factor A) - without fertilizers (0); calculated dose for grain yield 3.5 t/ha (N36P23K35); calculated dose for grain yield 4.5 t/ha (N94P83K77); growth stimulants (factor B) - seed treatment with Vial Trust 0.5 l/t; seed treatment with Vial Trust 0.5 l/t + spraying of plants in the tillering phase Stimax Growth 1 l/ha; seed treatment with Vial Trust 0.5 l/t and Stimaks 0.5 l/t + spraying of plants in the tillering phase Stimaks Growth 1 l/ha; seed treatment with Vial Trust 0.5 l/t and Stimax 0.5 l/t + spraying plants in the tillering phase Stimax Growth 1 l/ha + spraying plants in the booting phase Nutrivant Plus 2 kg/ha. The survival of plants on an unfertilized background was 57.7...62.0%, N36P23K35 - 62.5...67.2%, N94P83K77 - 71.8...79.8%. The complex effect of the disinfectant and growth stimulants in the treatment of seeds and plants in the tillering and booting phases ensured an increase in the survival of plants on an unfertilized background by 4.3%, against the background of N36P23K35 - by 4.7%, against the background of N94P83K77 - by 8.0%. The average wheat yield of the Ulyanovska 105 variety on an unfertilized background was 3.21 t/ha, N36P23K35 - 3.69 t/ha, N94P83K77 - 4.28 t/ha. The combined use of growth stimulants in the treatment of seeds and plants in the tillering and booting phases was accompanied by an increase in wheat yield by 4.7, 5.1 and 7.0%, respectively.

Key words: spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.), productivity, mineral fertilizers, seed treatment, growth stimulants.

References

1. Amirov MF, Toloknov DI. [Formation of spring wheat harvest depending on the use of mineral fertilizers, microelements and herbicides in the Republic of Tatarstan]. Plodorodie. 2020; 3 (114). 6-9 p. doi: 10.25680/S19948603.2020.114.01.

2. Amirov MF. [The intensity of carbon assimilation by field crops depending on cultivation technology in the Republic of Tatarstan]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.14. 3 (63). 14-18 p.

3. Minikaev RV, Fatikhov DA. [The significance of predecessors in the conditions of intensification of grain production in the conditions of the Republic of Tatarstan]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. Vol.14. 4-1 (55). 74-79 p.

4. Serzhanov IM, Shaykhutdinov FSh, Serzhanova AR. [Productive properties and quality of spring wheat seeds depending on the nutrition background in the conditions of the Republic of Tatarstan]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; Vol.14. 2 (53). 52-57 p.

5. Agieva GN, Nizhegorodtseva LS, Diabankana RZhK. [Methods of increasing the effectiveness of the use of biological preparations in plant growing]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020; Vol.15. 4 (60). 5-

9 р.

6. Diabankana RZhK, Komissarov EN, Safin RI. [Influence of the use of a biological product based on endophytic bacteria on the formation of the spring wheat crop]. Sbornik trudov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 100-letiyu kafedry agrokhimii i pochvovedeniya Kazanskogo GAU. Kazan: Izd-vo Kazanskogo GAU. 2021; 131-136 p.

7. Repka DA, Potapov EA, Belyukov LP. Effectiveness of microbiological preparations, growth stimulants and fertilizers in winter wheat crops on ordinary chernozem. [Internet]. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021; Vol.659. 012068 p. [cited 2022, April 18]. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/659/1/012068>. doi: 10.1088/1755-1315/659/1/012068.

8. Voronov SI, Pleskachev YN, Vlasova OI. Dependence of winter wheat productivity on mineral nutrition and growth stimulants. [Internet]. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021; Vol.843. 012018 p. [cited 2022, April 14]. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/843/1/012018>. doi: 10.1088/1755-1315/843/1/012018.

9. Horobets M, Chaika T, Krykunova V. Influence of growth stimulants on the ontogenesis of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). Colloquium-journal. 2021; 7-1 (94). 41-42 p. doi: 10.24412/2520-6990-2021-794-41-42.

10. Dospikhov BA. Metodika polevogo opyta. [Methods of field experience]. Moscow: Agropromizdat. 1985; 351 p.

11. Ganiev AS, Sibagatullin FS, Ziganshin BG. [Use of fertilizers from chicken manure for growing organic products Ispol'zovanie udobrenii iz kurinogo pometa dlya vyrashchivaniya organicheskoi produktsii / [i dr.] // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – T. 17. – № 1(65). – S. 9-14. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-9-14. – EDN BAGTXU.

12. Nelyubova TM, Ryzhova MA, Kanarskii AA. [The use of nitrogen fertilizers by fertigation when growing sea buckthorn seedlings]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.16. 3(63). 48-52 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-48-52. – EDN JJTHKL.

13. Fadeeva DI, Tagirov MSh, Gazizov IN, Kurmakaev FF. [Influence of sowing dates and seeding rates on productivity of winter wheat varieties in the Republic of Tatarstan]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020; Vol.15. 2(58). 53-58 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-53-58. – EDN YGHVIZ.

Authors:

Amirov Marat Fuatovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Plant growing and horticulture Department, E-mail: m.f.amirof@rambler.ru

Toloknov Dmitriy Igorevich – post-graduate student of Plant growing and horticulture Department
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**ТОВАРНО-ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И
ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ
СОРТОВ ЧЕРЕШНИ РАЗНЫХ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ
В ПРЕДГОРНОЙ ПЛОДОВОЙ ЗОНЕ ДАГЕСТАНА**
Б.М. Гусейнова, М.Д. Абдулгамидов, Р.Т. Мусаева

Реферат. Представлена сравнительная оценка урожайности, товарно-потребительских и дегустационных показателей качества плодов более 20 интродуцированных сортов черешни различных сроков созревания, выращиваемых в агроэкологических условиях предгорья Дагестана. Показатели качества определяли с использованием общепринятых методик. Масса плода у изученных сортов в среднем составляла 6,4 г, максимальная – достигала 8,3 г (сорт Крупноплодная). К группе среднеплодных, с массой плода 6,1...9,5 г, отнесены сорта раннего срока созревания – Космическая (6,6 г) и Валерий Чкалов (7,0 г), а также все исследованные сорта черешни ранне-среднего и среднего сроков созревания, за исключением Мелитопольской розовой (5,3 г) и Мелитопольской ранней (5,4 г). Все изученные сорта черешни относятся к группе со средним содержанием сахара (8,89...11,85 %) и кислотностью (0,65...0,89 %). Наивысшую дегустационную оценку (5 баллов) получили плоды сортов Космическая, Валерий Чкалов, Крупноплодная, Мелитопольская черная, Винка и Романтика, которые за время проведения исследований (2019–2021 гг.) проявили и хорошую способность к формированию урожая. Их урожайность варьировала от 7,77 (Винка) до 9,74 т/га (Романтика). По результатам комплексной оценки изученных интродуцированных сортов черешни в условиях предгорья Дагестана наиболее перспективными, характеризующимися высокой урожайностью, наилучшими товарно-потребительскими и дегустационными свойствами следует признать сорта Космическая, Валерий Чкалов, Крупноплодная, Мелитопольская черная, Винка и Романтика. Они могут быть рекомендованы для дальнейшего успешного использования в производстве и селекционной работе с целью оптимизации промышленного сортимента черешни.

Ключевые слова: черешня (*Prunus avium* L.), сорта, содержание сахаров, титруемых кислот в плодах, дегустационная оценка, товарно-потребительские показатели качества плодов, урожайность.

Введение. Одно из самых популярных фруктовых растений во многих странах мира – черешня (*Prunus avium* L.). В последние годы основными её производителями выступают Турция, США, Гонконг, Чили и Испания. Ежегодно в мире выращивают более 2 млн т плодов черешни, в том числе в Российской Федерации в среднем 80 тыс. т. Это 8-я позиция в списке стран-производителей, но такого объема недостаточно для удовлетворения потребительского спроса на черешню в нашей стране [1, 2, 3].

Республика Дагестан, благодаря наличию благоприятных почвенно-климатических условий и вертикальной поясности, выступает одним из главных районов промышленного выращивания фруктов и ягод [4, 5, 6], в том числе высококачественной черешни, пользующейся большим спросом на потребительском рынке плодовой продукции. По данным Минсельхозпрода РД, в республике черешневые сады занимают территорию, равную примерно 1000 га, на которых собирают 2,5...3,0 тыс. т урожая в год. Основные массивы черешневых садов расположены в Буйнакском, Кизилюртовском и Карабудахкентском районах Дагестана. На сегодняшний день доля черешни среди других возделываемых в республике плодовых культур составляет 11 %.

Анализ промышленного сортимента черешни Северо-Кавказского региона показал, что он на 45 % представлен районированными отечественными сортами, на 55 % интродуцированными [7, 8]. Кроме того, многие выращиваемые на этой территории сорта не отвечают современным требованиям по устойчивости к

негативным природно-климатическим стрессовым факторам, болезням и вредителям, а также характеризуются низкой продуктивностью и невысокими товарно-потребительскими показателями качества плодов [9, 10].

Как показывает анализ результатов многолетних исследований большого сортимента черешни, в условиях Республики Дагестан продуктивные и товарно-потребительские показатели качества сортов варьируют в широких пределах и в значительной мере зависят от метеоусловий и других абиотических и биотических факторов зоны возделывания. Например, во все годы, с благоприятными погодными условиями, сорта черешни проявляли одинаковую (характерную для каждого из сортов) способность к формированию максимально высокой урожайности. А в годы с проявлением негативных факторов наблюдали значительную разницу между показателями продуктивности сортов, поскольку в таких условиях урожайность сорта в большей степени определяла его генетическая способность противостоять неблагоприятным факторам внешней среды [11, 12].

Значительно снизить отрицательные воздействия, вызванные неблагоприятными условиями окружающей среды, можно при возделывании сортов черешни, характеризующихся высоким генетическим потенциалом по ряду признаков, в частности адаптивностью, пластичностью, устойчивостью к стрессовым факторам внешней среды, болезням и вредителям. В этой связи назрела задача дальнейшего совершенствования сортимента

черешни с использованием новых высокоценных сортов, совмещающих в своем генотипе комплекса адаптивных и продуктивных признаков, обладающих на генном уровне большей толерантностью к экологическим факторам среды. Как известно, основным способом обновления сортифта плодовых культур, в том числе черешни, остается селекция и интродукция сортов других эколого-географических групп [12, 13, 14]. В связи с этим, исследования, направленные на совершенствование регионального сортифта черешни с учетом конкретных климатических условий мест культивирования, путем признаковой селекции и выделения лучших отечественных и зарубежных сортов в процессе экологического сортоиспытания представляются актуальными.

В республике Дагестан на базе ФГБНУ «Дагестанская селекционная опытная станция плодовых культур» (ДСОСПК), наряду с созданием новых селекционных сортов черешни, характеризующихся отличными хозяйственно-биологическими признаками и отвечающих требованиям интенсивного садоводства, проводится большая работа, направленная на выявление среди широкого сортифта интродуцированных отечественных и зарубежных сортов черешни наиболее продуктивных и хорошо адаптированных к экологическим условиям предгорной плодовой зоны Дагестана [11, 12].

Актуальность таких исследований особенно возросла в последние годы, поскольку их результаты будут способствовать улучшению обеспечения населения местной высококачественной фруктово-ягодной продукцией, и тем самым снизит остроту проблемы зависимости от импорта.

Цель исследований – комплексная оценка возделываемых в агроэкологических условиях Республики Дагестан интродуцированных сортов черешни (украинская, американская и западноевропейская эколого-географические группы) для выявления среди них наиболее перспективных по продуктивности и товарно-потребительским показателям форм, которые в дальнейшем можно будет использовать в производстве и селекционной работе.

Условия, материалы и методы. Комплексное испытание и оценку показателей качества сортов черешни проводили в 2019–2021 гг. Изучали 21 интродуцированный сорт черешни отечественной и зарубежной селекции (украинская, американская и западноевропейская эколого-географические группы) разных сроков созревания, в том числе 5 сортов раннего, 10 сортов ранне-среднего и 6 сортов среднего сроков созревания, выращиваемые в коллекционном саду ДСОСПК, расположенном в северной предгорной зоне Дагестана (г. Буйнакск).

Схема посадки черешни 6 м × 5 м. Подвой – Антипка. Каждый сортообразец был представлен 5...7 деревьями. Агротехнические ме-

роприятия на экспериментальном садовом участке соответствовали общепринятым рекомендациям. Сбор плодов осуществляли по достижении съемной зрелости. Контролем для интродуцированных сортов раннего срока созревания служил сорт Дагестанская ранняя, ранне-среднего и среднего – соответственно сорта Дагестанка и Наполеон черная, районированные в условиях Дагестана, отличающиеся высокой продуктивностью и устойчивостью к стрессовым климатическим факторам, болезням и вредителям.

Климат зоны исследований умеренно-континентальный. Самый тёплый месяц – июль, со среднемесячной температурой в годы проведения наблюдений 21,7...24,4 °С. Наиболее холодный месяц в году – январь, со среднемесячной температурой -0,7...-1,4 °С. Среднегодовая температура во время проведения исследований варьировала в пределах 10,7...11,2 °С. По количеству осадков территория относится к зоне недостаточного увлажнения. Годовое количество осадков составляло 365...463 мм, в связи с чем разность между испарением (780 мм в год) и осадками восполняли вегетационными и влагозарядковыми поливами. Сумма активных температур в годы исследований составляла 3360...3456 °С, что позволяет выращивать качественные плоды.

Почва опытного участка темно-каштановая, карбонатная, среднесуглинистая, глубина залегания галечников 150...200 см. Мощность почвенного профиля составляет 60...70 см. Почвенно-поглощающий комплекс насыщен кальцием и магнием – 15,60...18,43 и 5,14...6,36 мг-экв./100 г соответственно (по ГОСТ 26428). Содержание гумуса варьировало в пределах 1,97...3,56 %, гидролизующего азота – 6,1...7,3 (методом Корнфилда), подвижного фосфора и калия – 1,80...2,23 и 25,2...28,4 мг/100 г почвы соответственно (методом Мачигина по ГОСТ 26205).

Изучение продуктивности и оценку товарно-потребительских показателей качества плодов опытных образцов черешни проводили согласно общепринятой методике [15].

У изучаемых сортов черешни определяли размеры (мм) и массу (г) плодов, массу косточки (г), дегустационные показатели (балл) и урожайность (т/га). Размеры плода измеряли штангенциркулем, массу определяли на электронных весах с точностью до 0,01 г. При дегустационной оценке по 5-балльной шкале характеризовали внешний вид, вкус и консистенцию мякоти плодов. Количественное содержание в плодах сахаров оценивали по ГОСТ 8756.13-87, наличие титруемых кислот – по ГОСТ ISO 750-2013.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли с использованием пакета программ SPSS 12.0 для Windows. Достоверность различий определяли с использованием t-критерия Стьюдента. Статистически значимыми считали различия при $p \leq 0,05$.

Таблица 1 – Товарно-потребительские показатели качества сортов черешни (среднее за 2019–2021 гг.)

Сорт	Средняя масса плода, г	Размеры плода, мм		Индекс формы плода	Средняя масса косточки, г	Доля косточки в массе плода, %
		высота (H)	диаметр (D)			
Сорта раннего срока созревания						
Дагестанская ранняя (контроль)	4,6	19	18	1,06	0,22	4,78
Сенека	3,7	16	16	1,00	0,23	6,22
Космическая	6,6	20	21	0,95	0,42	6,36
Рана Черна Едра	4,0	17	19	0,89	0,24	6,00
Валерий Чкалов	7,0	22	24	0,92	0,47	6,71
Июньская ранняя	5,3	19	18	1,05	0,35	6,6
НСР 0,05	1,2	2	3	-	0,05	-
Сорта ранне-среднего срока созревания						
Дагестанка (контроль)	7,4	23	25	0,92	0,40	5,41
Сюрприз	6,7	20	22	0,91	0,42	6,27
Крупноплодная	8,3	24	26	0,92	0,44	5,30
Уреза де Колифорн	6,3	22	21	1,05	0,42	6,67
Мелитопольская ранняя	5,4	18	20	0,90	0,37	6,85
Мелитопольская розовая	5,3	18	19	0,95	0,35	6,60
Мелитопольская чёрная	7,1	21	23	0,91	0,45	6,34
Тавричанка	7,3	22	20	1,10	0,44	6,03
Ламберт Компакт	6,4	20	22	0,91	0,43	6,72
Шрекен Бигарро	6,7	21	23	0,91	0,40	5,97
Призвание	6,7	21	21	1,00	0,47	7,01
НСР 0,05	0,5	1	1	-	0,02	-
Сорта среднего срока созревания						
Наполеон черная (контроль)	7,2	24	23	1,04	0,35	4,86
Винка	7,2	23	24	0,96	0,37	5,14
Романтика	8,2	22	24	0,92	0,37	4,51
Лучистая	6,2	19	20	0,95	0,43	6,94
Хеброс	7,4	21	22	0,95	0,40	5,41
Дурона де Виньола (сек.)	6,0	18	20	0,90	0,45	7,50
Дурона де Виньола (пр.)	6,4	19	20	0,95	0,43	6,72
НСР 0,05	0,6	2	2	-	0,03	-

Результаты и обсуждение. Коммерческую ценность урожая черешни в большей степени определяют масса и размеры плода. Именно крупноплодные сорта пользуются большим спросом среди населения, так как они обладают привлекательным внешним видом, хорошим вкусом и характеризуются высокой долей мякоти по отношению к общей массе плода.

Средняя масса плода в наших исследованиях варьировала в пределах от 3,7 г. (Сенека) до 8,3 г (Крупноплодная). У контрольного сорта Дагестанская ранняя она составляла 4,6 г, Дагестанка – 7,4 г и Наполеон черная – 7,2 г. Большой, по сравнению с контролем, массой плода в группе раннего срока созревания характеризовались сорта Валерий Чкалов (7,0 г), Космическая (6,6 г) и Июньская ранняя (5,3 г), среди сортов ранне-среднего срока созревания – Крупноплодная (8,3 г), в группе среднего срока созревания – Романтика (8,2 г) и Хеброс (7,4 г).

По массе плодов сорта черешни можно условно разделить на следующие группы: очень мелкие – до 4 г, мелкие – 4,1...6,0 г, средние – 6,1...9,5 г, крупные – 9,6...11,0 г и

очень крупные – более 11,0 г. Среди сортов раннего срока созревания в группе с очень мелкими плодами оказались сорта Сенека (3,7 г) и Рана Черна Едра (4,0 г), со средними плодами – Космическая (6,6 г) и Валерий Чкалов (7,0 г), все остальные были отнесены к группе мелкоплодных. Масса плодов у подавляющего большинства сортов ранне-среднего срока созревания составляла 6,3...8,3 г (среднеплодные). К этой же группе были отнесены сорта среднего срока созревания, за исключением Дурона де Виньола (сек.).

Согласно ГОСТ 33801-2016, диаметр плодов черешни, предлагаемых для реализации в свежем виде, для высшего товарного сорта должен быть не менее 20 мм, первого – не менее 17 мм, второго – не менее 12 мм. По величине этого показателя к высшему товарному сорту можно отнести продукцию сортов раннего срока созревания Космическая и Валерий Чкалов. Диаметр их плодов по наибольшему поперечному размеру составлял соответственно 21 и 24 мм. У сортов Рана Черна Едра и Июньская ранняя плоды соответствовали первому товарному сорту, у сорта Сенека

Таблица 2 – Дегустационная оценка сортов черешни (среднее за 2019–2021 гг.), балл

Сорт	Внешний вид	Консистенция мякоти	Вкус	Общая оценка
Сорта раннего срока созревания				
Дагестанская ранняя (контроль)	4,5	средняя	4,9	4,8
Сенека	3,6	мягкая (гинь)	4,3	4,2
Космическая	5,0	средняя	4,9	5,0
Рана Черна Едра	3,5	мягкая (гинь)	4,5	4,5
Валерий Чкалов	5,0	плотная	4,8	5,0
Июньская ранняя	4,4	средняя	4,8	4,5
Сорта ранне-среднего срока созревания				
Дагестанка (контроль)	5,0	плотная	4,9	4,9
Сюрприз	4,5	средняя	4,9	4,7
Крупноплодная	5,0	плотная	5,0	5,0
Уреза де Колифорн	4,8	плотная	5,0	4,8
Мелитопольская ранняя	4,5	средняя	4,6	4,6
Мелитопольская розовая	4,0	мягкая	3,9	4,0
Мелитопольская чёрная	5,0	плотная	5,0	5,0
Тавричанка	5,0	плотная	4,8	4,9
Ламберт Компакт	4,6	очень плотная	4,6	4,7
Шрекен Бигарро	4,5	плотная	4,5	4,6
Призвание	4,7	плотная	4,6	4,7
Сорта среднего срока созревания				
Наполеон черная (контроль)	5,0	плотная	5,0	5,0
Винка	5,0	плотная	5,0	5,0
Романтика	5,0	плотная	4,8	5,0
Лучистая	4,8	средняя	4,8	4,8
Хеброс	4,7	плотная	4,8	4,8
Дурана де Виньола (сек.)	4,7	плотная	4,7	4,7
Дурана де Виньола (пр.)	4,8	плотная	4,8	4,8

– второму.

В группе сортов ранне-среднего и среднего сроков созревания продукция высшего товарному сорту соответствовала продукция всех исследованных сортов черешни (диаметр плодов варьировал от 20 до 26 мм), за исключением сорта Мелитопольская розовая.

Важным признаком плодов выступает их форма, которую характеризует показатель «индекс формы», то есть отношение высоты к диаметру плода. У исследованных плодов он находился в пределах от 0,89 (Рана Черна Едра) до 1,10 (Тавричанка), а форма плодов могла быть округлой и сердцевидной.

Масса косточки у исследованных плодов черешни составляла от 0,23 г (сорт Сенека) до 0,47 г (сорта Валерий Чкалов и Призвание).

В работе по совершенствованию сортимента черешни, путем испытания и выделения для районирования и широкого внедрения в производство высокоадаптивных сортов, важное значение имеет выявление сортов, сочетающих несколько признаков, определяющих товарно-потребительские и органолептические показатели качества плодов: крупноплодность, плотность мякоти, вкусо-ароматические показатели, гармоничное сочетание сахаров и кислот, высокое содержание макро- и микро-нутриентов.

Все плоды характеризовались отсутствием несвойственных посторонних привкусов и запахов. По внешнему виду, включающему окраску плода и целостность формы, самыми

лучшими оказались сорта Космическая, Валерий Чкалов, Крупноплодная, Мелитопольская черная, Тавричанка, Винка и Романтика, которые были оценены по величине этого показателя на 5 баллов (табл. 2). Плоды многих из исследованных сортов раннего, ранне-среднего и среднего сроков созревания имели плотную консистенцию мякоти.

Отличительная особенность плодов черешни – ярко выраженный сладкий вкус, обусловленный тем, что сахара в ней представлены в основном фруктозой и глюкозой, которые в несколько раз слаще сахарозы [16, 17]. Лучшими по вкусовому признаку оказались ранний сорт Космическая (4,9 балла), сорта ранне-среднего и среднего сроков созревания Крупноплодная, Уреза де Колифорн, Мелитопольская черная и Винка, получившие по 5 баллов.

В зависимости от содержания сахаров все виды плодов подразделяют на три группы – с высоким (15...25 %), средним (7,0...14,9 %) и низким (2,0...6,9 %) количеством сахаров. Все плоды исследованных сортов черешни относились к группе со средним сахаронакоплением. По результатам изучения биохимического состава плодов черешни, выращиваемой в Дагестане, наибольшим содержанием сахаров характеризовались сорта Ламберт Компакт (11,85 %), Хеброс (11,82 %), Винка (11,53 %) и Крупноплодная (11,28 %). Наименее сладкими оказались плоды сортов Мелитопольская розовая (8,89 %), Дурана де Виньола (пр.) (9,06 %), Уреза де Колифорн (9,40 %),

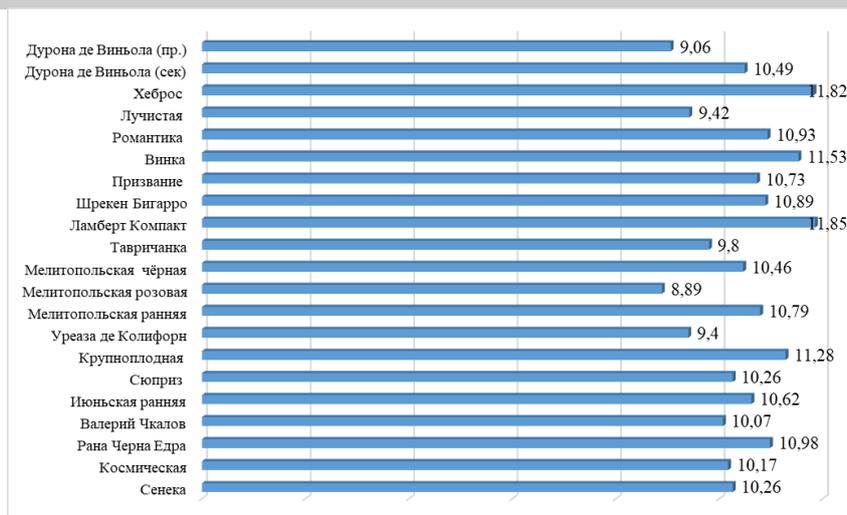


Рис. 1 – Содержание сахаров в плодах сортов черешни (среднее за 2019–2021 гг., НСР_{0,05}=0,37), %.

Лучистая (9,42 %) и Тавричанка (9,80 %) (рис. 1).

По содержанию кислот фрукты и ягоды подразделяются на три группы: с высоким (2,0...7,0 %), средним (0,5...1,9 %) и низким (0,1...0,4 %) их количеством. Все исследованные сорта черешни относились к группе со средней кислотностью. Преобладает в их составе яблочная кислота, присутствуют также лимонная, шикимовая и фумаровая [18]. Более высокой кислотностью (0,80...0,89 %) характеризовались сорта Космическая, Июньская ранняя, Мелитопольская чёрная, Тавричанка, Ламберт Компакт, Винка, Хеброс и Дурина де Виньола (пр.), сравнительно низкой (0,65...0,70 %) – Сенека, Рана Черна Едра, Мелитопольская розовая, Дурина де Виньола (сек.) и Уреза де Колифорн (рис. 2).

Оптимальное соотношение сахаров и кислот в плодах черешни создает её приятный вкус. Величину этого показателя характеризует глюкоацидометрический показатель (ГАП). Наиболее высоким он был у сортов черешни Рана Черна Едра (16,6), Дурина де Виньола (сек.) (15,2), Мелитопольская ранняя (15,2), Сенека (15,1), Ламберт Компакт (14,8) и Шрекен Бигарро (14,0).

Известно, что размеры и качество урожая – основные результирующие показатели при

оценке сортов и технологий. Лучшие сорта черешни при соблюдении технологии их выращивания, которая подразумевает оптимальный подбор места закладки сада, специфическую схему посадки, защиту растений от болезней и вредителей, а также другие агротехнические приемы, дают стабильно высокие урожаи.

Урожайность интродуцированных сортов черешни, выращиваемых в Дагестане, в большей степени зависит от метеоусловий, особенно в период цветения и завязывания плодов. В наших исследованиях высокая урожайность (7,64...9,74 т/га) отмечена у сортов черешни Романтика, Крупноплодная, Валерий Чкалов, Мелитопольская черная, Винка и Рана Черна Едра (табл. 3). В группе сортов раннего срока созревания лучшим по величине этого показателя, по сравнению с контрольным сортообразцом Дагестанская ранняя (7,94 т/га), был сорт Валерий Чкалов. Среди сортов ранне-среднего срока созревания контроль Дагестанка (8,24 т/га) превзошел только сорт Крупноплодная (8,69 т/га), а в группе сортов среднего срока созревания выделились сорта Винка (7,77 т/га) и Романтика (9,74 т/га).

Выводы. По результатам сортоизучения в природно-климатических условиях предгорной зоны Дагестана лучшими товарно-потребительскими показателями качества

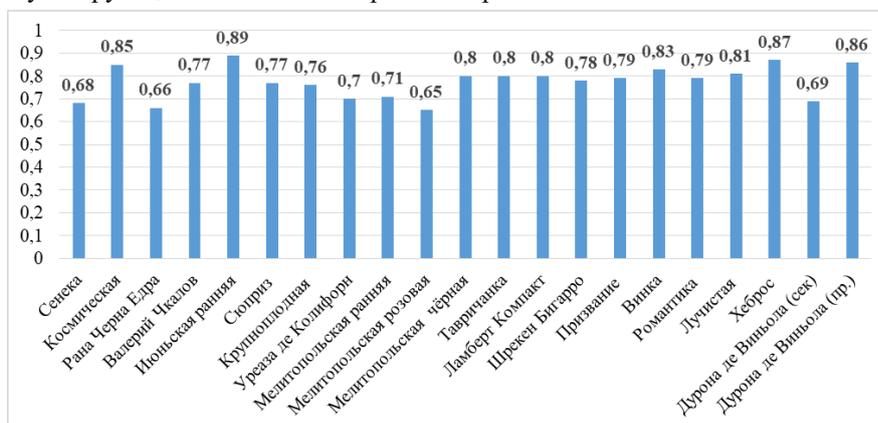


Рис. 2. – Содержание титруемых кислот в плодах сортов черешни (среднее за 2019–2021 гг., НСР_{0,05}=0,03), %.

Таблица 3 – Урожайность интродуцированных сортов черешни, культивируемых в условиях предгорной плодовой зоны Дагестана

Сорт	Урожайность, т/га				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	средняя	% к контролю
	Сорта раннего срока созревания				
Дагестанская ранняя (контроль)	5,00	9,32	9,50	7,94	100,0
Сенека	4,33	7,46	8,82	6,87	86,5
Космическая	4,00	10,49	9,00	7,83	98,6
Рана Черна Едра	4,20	7,66	11,06	7,64	96,2
Валерий Чкалов	5,33	9,25	9,76	8,11	102,1
Июньская ранняя	2,00	4,53	4,33	3,62	45,6
НСР 0,05	1,05	1,88	2,07	1,54	
	Сорта ранне-среднего срока созревания				
Дагестанка (контроль)	5,33	8,72	10,66	8,24	100,0
Сюрприз	6,00	6,13	7,00	6,38	77,4
Крупноплодная	6,66	9,90	9,52	8,69	105,5
Уреза де Колифорн	2,45	5,10	5,20	4,25	51,6
Мелитопольская ранняя	3,00	4,20	6,00	4,40	53,4
Мелитопольская розовая	2,55	3,16	3,73	3,15	38,2
Мелитопольская чёрная	4,25	8,26	11,12	7,88	95,6
Тавричанка	5,70	9,20	6,75	7,22	87,6
Ламберт Компакт	3,50	5,73	4,66	4,63	56,2
Шрекен Бигарро	2,33	5,53	3,20	3,69	44,8
Призвание	3,34	6,00	8,60	5,98	72,6
НСР 0,05	0,95	1,32	1,65	1,18	
	Сорта среднего срока созревания				
Наполеон черная (контроль)	3,50	11,06	7,32	7,30	100,0
Винка	4,74	8,76	9,82	7,77	106,4
Романтика	6,80	11,85	10,56	9,74	133,4
Лучистая	4,40	4,50	6,00	4,97	68,1
Хеброс	1,67	9,26	7,50	6,14	84,1
Дуропа де Виньола (сек.)	2,70	7,10	8,70	6,17	84,5
Дуропа де Виньола (пр.)	4,00	8,82	6,54	6,45	88,4
НСР 0,05	2,01	1,89	1,39	1,26	

характеризовались следующие сорта: в группе раннего срока созревания – Космическая и Валерий Чкалов; ранне-среднего – Крупноплодная, Мелитопольская черная и Тавричанка; среднего – Романтика, Винка и Хеброс.

По результатам дегустационной оценки лучшими сортами, отличающимися привлекательным внешним видом, плотной мякотью и высокими вкусо-ароматическими свойствами плодов, оказались ранние сорта Космическая и Валерий Чкалов (общая дегустационная оценка – 5 баллов); сорта ранне-среднего срока созревания Крупноплодная и Мелитопольская черная (по 5 баллов), а также Тавричанка (4,9 балла); среднего срока созревания – Винка и Романтика (по 5 баллов).

При благоприятных метеоусловиях сорта черешни, отличавшиеся лучшими товарно-потребительскими и дегустационными показателями плодов, проявляли наибольшую способность к формированию высокого урожая. Так, средняя урожайность сорта Романтика за время проведения исследований составила 9,74 т/га,

Крупноплодная – 8,69, Валерий Чкалов – 8,11, Мелитопольская черная – 7,88, Космическая – 7,83, Винка – 7,77, Тавричанка – 7,22 т/га. Они могут быть переданы на государственное сортоиспытание, с последующим использованием в производстве и селекционной работе с целью оптимизации промышленного сортимента черешни.

Благодарность. Исследование выполнено в рамках Госзадания согласно тематическому плану ФГБНУ ФАНЦ РД по теме FNMN-2022-0009 «Создание новых сортообразцов плодовых культур, адаптированных к стрессовым факторам среды, разработка и освоение экологически безопасных и конкурентоспособных систем производства и переработки плодов, овощей и картофеля», а также в соответствии с планом научно-исследовательской работы кафедры товароведения технологии продуктов и общественного питания ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова».

Литература

1. FAO, 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Retrieved on 10-08 – 2012.
2. Kelebek H., Selli S. Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Turkey // *International Journal of Food Science and Technology*. 2011. Vol. 46 (12). P. 2530–2537.
3. Черешня и ее место на Российском рынке // *Rusexporter*. URL: <http://www.rusexporter.ru/news/detail/7052/> (дата обращения: 10.02.2022).
4. Ашурбекова Ф. А., Гусейнова Б. М., Даудова Т. И. Химический состав винограда, культивируемого в районах виноградарства Дагестана, отличающихся почвенно-климатическими условиями // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. №34 (3). С.17–21.
5. Ашурбекова Ф. А., Гусейнова Б. М., Салманов М. М. Пищевая ценность винограда перспективных для выращивания в Дагестане сортов // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2019. № 2-3 (368-369). С. 26–30.
6. Гусейнова Б. М. Пищевая ценность дикорастущих плодов из горного Дагестана и ее сохранность после быстрого замораживания и холодового хранения // *Вопросы питания*. 2016. № 85 (4). С.76–81.
7. Результаты селекции косточковых культур в условиях Юга России / Р. Ш. Заремук, Е. М. Алехина, С. В. Богатырева и др. // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2017. № 3. С.10–13.
8. Причко Т. Г., Алехина Е. М. Показатели качества плодов новых сортов черешни // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2018. № 6. С. 45–48.
9. Алехина Е. М. Результаты оценки морозостойкости сортов черешни в раннезимний период // *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2018. Т.14. С. 115–118.
10. Заремук Р. Ш., Доля Ю. А. Конкурентоспособные сорта черешни для садоводства Краснодарского края // *Садоводство и виноградарство*. 2021. № 3. С. 29–35.
11. Генетические коллекции ягодных культур и их роль в совершенствовании сортимента / О. С. Родюкова, Т. В. Жидехина, Д. М. Брыксин и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т.35. №7. С.10–16.
12. Алибеков Т. Б. Мобилизация и использование генетических ресурсов плодовых Дагестана для решения важнейших задач садоводства республики // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2014. № 27 (3). С. 30–41. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/14/03/04.pdf>. (дата обращения: 18.03.2022).
13. Алехина Е. М. Селекционная оценка сортоформ черешни по комплексу хозяйственно-ценных признаков // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2019. № 57 (3). С. 18–28. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/03/02.pdf>. DOI: 10.30679/2219-3-57-18-28 (дата обращения: 18.03.2022).
14. Physicochemical and sensorial characterisation of four sweet cherry cultivars grown in Jerte Valley (Spain) / M. J. Serradilla, A. Martín, S. Ruiz-Moyano, et al. // *Food Chemistry*. 2012. Vol. 133. P. 1551–1559.
15. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.
16. Причко Т. Г., Чалая Л. Д., Алехина Е. М. Биологические особенности и химический состав плодов черешни районированных в Краснодарском крае сортов // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2014. № 1. С. 62–65.
17. Сравнительный анализ химического состава плодов вишни и черешни различных сортов, выращенных в Самарской области / Т. О. Быкова, С. А. Алексашина, А. В. Демидова и др. // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2017. № 1 (355). С. 32–35.
18. Usenik V., Fabcic J., Stampar F. Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.) // *Food Chemistry*. 2008. Vol. 107. P. 185–192.

Сведения об авторах:

Гусейнова Батуч Мухтаровна – доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом плодовоовощеводства и виноградарства, e-mail: batuch@yandex.ru

Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, Махачкала, Россия

Абдулгамидов Магомед Дадагаджиевич, старший научный сотрудник отдела селекции и сортоизучения плодовых культур, e-mail: abdulgamidov1963@mail.ru

Дагестанская селекционная опытная станция плодовых культур – филиал ФАНЦ РД, Буйнакск, Россия

Мусаева Рагима Теймуровна, аспирант кафедры товароведения, технологии продуктов и общественного питания, e-mail: ragima.musaeva.2015@mail.ru

Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джембулатова, Махачкала, Россия

COMMERCIAL AND CONSUMER INDICATORS OF QUALITY AND ECONOMICALLY VALUABLE SIGNS OF INTRODUCED CHERRY VARIETIES OF DIFFERENT MATURATION DATES CULTIVATED IN FOOTHILL FRUIT ZONE OF DAGESTAN

Guseynova B. M., Abdulgamidov M. D., Musaeva R. T.

Abstract. Comparative assessment of yield, commercial-consumer and tasting parameters of fruit quality of more than 20 introduced cherry varieties of different maturation periods grown in agro-ecological conditions of Dagestan foothills is presented. The most promising varieties, characterized by high yield, the best commercial and consumer and organoleptic properties, were revealed. Studies of quality indicators were carried out using generally accepted methods. It was determined that the mass of the fruit in the studied varieties averaged 6.4 g, and the maximum was 8.3 g (variety *Krupnoplodnaya*). In the group of middle-aged, with a fruit weight of 6.1-9.5 g, varieties of cherries of early ripening are assigned - *Kosmicheskaya* (6.6 g) and *Valery Chkalov* (7.0 g) and all studied varieties of cherries of early-middle and middle ripening, with the exception of varieties *Melitopol'skaya rozovaya* (5.3 g) and *Melitopol'skaya rannaya* (5.4 g). All studied cherry varieties belong to the group of varieties with average sugar accumulation (8.89-11.85%) and acidity (0.65-0.89%). The highest tasting score (5 points) received the fruits of cherry varieties *Kosmicheskaya*, *Valery Chkalov*, *Krupnoplodnaya*, *Melitopol'skaya chernaya*, *Vinka* and *Romantika*, which during the research (2019-2021) showed a good ability to form a crop. A comprehensive assessment of the investigated introduced cherry varieties grown in the foothills of Dagestan showed that the most promising, characterized by high yields, the best commercial and consumer and tasting properties are the *Kosmicheskaya*, *Valery Chkalov*, *Krupnoplodnaya*, *Melitopol'skaya chernaya*, *Vinka* and *Romantika* varieties.

These varieties may be recommended for further successful use in production and selection work in order to optimize the industrial variety of cherries.

Keywords: cherry (*Prunus avium* L.), varieties, content of sugars, titrated acids in fruits, tasting evaluation, commercial and consumer indicators of fruit quality, yield.

References

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO, 2010.. [Internet]. Available from: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Retrieved on 10-08-2012.
2. Kelebek H, Selli S. [Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Turkey]. *International Journal of Food Science and Technology*. 2011; Vol. 46. (12). 2530-2537 p.
3. [Sweet cherry and its place in the Russian market]. [Internet]. Rusexporter. [cited 2022, February 10]. Available from: <http://www.rusexporter.ru/news/detail/7052/>.
4. Ashurbekova FA, Guseynova B. M., Daudova T. I. [Chemical composition of grapes cultivated in viticulture regions of Dagestan, differing in soil and climatic conditions]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2020; 34 (3). 17-21 p.
5. Ashurbekova FA, Guseynova BM, Salmanov MM. [Nutritional value of grape varieties promising for cultivation in Dagestan]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya*. 2019; 2-3 (368-369). 26-30 p.
6. Guseynova BM. [Nutritional value of wild fruits from mountainous Dagestan and its preservation after rapid freezing and cold storage]. *Voprosy pitaniya*. 2016; 85 (4). 76-81 p.
7. Zaremuk RSh, Alekhina EM, Bogatyreva SV. [Results of stone-fruit crops selection in the conditions of the South of Russia]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2017; 3. 10-13 p.
8. Prichko TG, Alekhina EM. [Indicators of fruit quality of new varieties of sweet cherry]. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2018; 6. 45-48 p.
9. Alekhina EM. [The results of assessing the frost resistance of sweet cherry varieties in the early winter period]. *Nauchnye trudy SKFNTsSVV*. 2018; Vol.14. 115-118 p.
10. Zaremuk RSh, Dolya YuA. [Competitive varieties of sweet cherry for horticulture of Krasnodar Territory]. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*. 2021; 3. 29-35 p.
11. Rodyukova OS, Zhidekhina TV, Bryksin DM. [Genetic collections of berry crops and their role in improving the assortment]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2021; Vol. 35. 7. 10-16 p.
12. Alibekov TB. [Mobilization and use of fruit genetic resources of Dagestan for solving the most important problems of horticulture of the republic]. [Internet]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2014; 27 (3). 30-41 p. [cited 2022, March 18]. Available from: <http://journalkubansad.ru/pdf/14/03/04.pdf>.
13. Alekhina EM. [Breeding assessment of sweet cherry variety forms according to a complex of economically valuable traits]. [Internet]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2019; 57 (3). 18-28 p. [cited 2022, March 18]. Available from: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/03/02.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-3-57-18-28.
14. Serradilla MJ, Martin A, Ruiz-Moyano S. Physicochemical and sensorial characterisation of four sweet cherry cultivars grown in Jerte Valley (Spain). *Food Chemistry*. 2012; Vol. 133. 1551-1559 p.
15. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur. [Program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops]. Orel: VNIISP. 1999; 608 p.
16. Prichko TG, Chalaya LD, Alekhina EM. [Biological features and chemical composition of fruits of sweet cherries released in Krasnodar Territory]. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*. 2014; 1. 62-65 p.
17. Bykova TO, Aleksashina SA, Demidova AV. [Comparative analysis of the chemical composition of fruits of cherries and sweet cherries of various varieties grown in Samara region]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya*. 2017; 1 (355). 32-35 p.
18. Usenik V, Fabcic J, Stampar F. Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*. 2008; Vol. 107. 185-192 p.

Authors:

Guseynova Batuch Mukhtarovna, Doctor of Agricultural Sciences, associate professor, Chief Researcher, Head of the Department of Fruit Growing and Viticulture, e-mail: batuch@yandex.ru
 Federal Agricultural Scientific Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia
 Abdulgamidov Magomed Dadagadzhevich, senior researcher at the Department of Selection and Variety of Fruit Crops, e-mail: abdulgamidov1963@mail.ru
 Dagestan Breeding Experimental Station of Fruit Crops – branch of FASCI RD, Bujnaks, Russia
 Musaeva Ragima Tejmurovna, postgraduate student of the Department of Commodity Science, Food Technology and Catering, e-mail: ragima.musaeva.2015@mail.ru
 Dagestan State Agrarian University named after M. M. Dzhambulatov, Makhachkala, Russia

Acknowledgements

The research was carried out within the framework of the State Task according to the thematic plan of the Federal State Budgetary Educational Institution of the Russian Federation on the topic FNMN-2022-0009 "Creation of new varieties of fruit crops adapted to environmental stress factors, development and development of environmentally safe and competitive systems for the production and processing of fruits, vegetables and potatoes", as well as in accordance with the plan of research work of the department Commodity science of food technology and public catering of the Dagestan State Agrarian University named after M. M. Dzhambulatov.

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ К ОСНОВНЫМ БОЛЕЗНЯМ В ЛЕСОСТЕПНОЙ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ**О.В. Левакова, М.И. Костаньянц**

Реферат. Исследования проводили с целью фитопатологической оценки сортов озимой пшеницы в условиях Рязанской области и выделения источников, сочетающих устойчивость к вредоносным заболеваниям и зерновую продуктивность, для последующего включения в селекционный процесс. Изучали 31 сорт пшеницы мягкой озимой в 2017–2021 гг. в лесостепной агроклиматической зоне. Работу выполняли на естественном инфекционном фоне в коллекционном питомнике на делянках площадью 3,0 м². Почва опытного участка темно-серая лесная, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу, среднего уровня плодородия. Среди изученного набора сортов не выявлено ни одного, у которого признаки поражения во все годы исследований полностью отсутствовали. При этом большинство исследуемых сортов обладало достаточно хорошей устойчивостью к патогенам. Значительная часть изученных образцов отнесена к группе высокоустойчивых к мучнистой росе (развитие болезни до 30...45 %), бурой ржавчине (развитие болезни ≤5...10 %) и септориозу (развитие болезни <10...20 %). Особую ценность для селекции представляют сорта, проявляющие комплексную устойчивость. Сформирована группа генотипов, обладающих устойчивостью одновременно к двум болезням: мучнистой росе и септориозу – Янтарная 50, Московская 56; септориозу и бурой ржавчине – Немчиновская 24, Виола, Скипетр, Доля, Поэма. Комплексной устойчивостью к трем видам фитопатогенов характеризовался сорт Исцтар. Высокая устойчивость к полеганию (более 8,0 баллов) отмечена у сортов Тамбор, Исцтар, MV Надор, Мироновская 29, Мирлебен, Анка, MV-27-12, Дмитрий. В среднем за годы исследований, содержание белка в зерне находилось на высоком уровне и составляло 15,0...18,2 %, клейковины – 27,5...34,0 %. Наиболее выгодное сочетание устойчивости к трем видам фитопатогенов, высокой продуктивности и устойчивости к полеганию отмечено у сорта немецкой селекции Исцтар.

Ключевые слова: озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.), мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC.)), септориоз (*Zymoseptoria tritici* (Desm.)), бурая ржавчина (*Puccinia triticina* Erikss.), урожайность, качество зерна.

Введение. Основным направлением в селекции на иммунитет к болезням считают создание сортов с длительной устойчивостью, сохраняющих эффективность в различных агроэкосистемах продолжительное время. Болезни наносят большой ущерб сельскохозяйственному производству, вызывая недобор урожая и снижая его качество, особенно в годы эпифитотий [1, 2]. Среди набора листостебельных инфекций в Нечерноземной зоне РФ на пшенице озимой (*Triticum aestivum* L.) к наиболее распространенными и вредоносными заболеваниями относят мучнистую росу (возбудитель *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* March.), септориоз (возбудитель *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvl. & Crous) и бурую (листовую) ржавчину (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss.). Поражение листьев и колосьев зерновых культур этими грибами приводит, как правило, к серьезному вмешательству в физиологию продуктивности растений. Многочисленные возбудители болезней способны выделять токсины, приводящие к некротизации и гибели растительных тканей [3, 4].

Важное направление создания научно обоснованных систем иммуногенетической защиты – изучение видового состава патогенных комплексов, генетической характеристики популяций, агрессивности и вирулентности отдельных форм, рас, биотипов. Устойчивость растений – следствие взаимодействия двух генотипов (растения и патогена), следовательно, и эволюция их идет сопряженно [5, 6].

Районирование устойчивых сортов, которые способны обеспечить длительную защиту от местных популяций патогена, – наиболее эффективный, экономически и экологически оправданный способ защиты [7].

Скрининг сортов пшеницы озимой на устойчивость – один из необходимых этапов селекции.

Цель исследований – провести фитопатологическую оценку сортов озимой пшеницы в условиях Рязанской области и выделить источники, сочетающие устойчивость к вредоносным заболеваниям и зерновую продуктивность, для последующего включения в селекционный процесс.

Условия, материалы и методы. Работу проводили на полях лаборатории селекции и первичного семеноводства Института семеноводства и агротехнологий – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» в лесостепной агроклиматической зоне Рязанской области.

Оценку на устойчивость к болезням выполняли в полевых условиях на естественном инфекционном фоне по показателю «процент поражения листовой поверхности» в период наиболее сильного развития болезней: мучнистой росы – в фазе колошения; септориоза – в фазе молочной спелости; бурой (листовой) ржавчины – в фазе налива зерна. Степень поражения бурой ржавчиной определяли по модифицированной шкале Кобба, листьев и других органов мучнистой росой – по шкале

Таблица 1 – Метеоусловия вегетационных периодов пшеницы озимой

Год	Параметр	Май				Июнь				Июль			
		декада			средне месячная	декада			средне месячная	декада			средне месячная
		I	II	III		I	II	III		I	II	III	
2017	осадки, мм	8,0	14,9	9,3	32,2	10,0	19,1	18,1	47,2	35,0	15,7	17,8	68,5
	температура, °С	13,2	12,1	16,6	13,9	15,0	16,5	19,5	17,0	17,2	21,6	22,8	20,5
2018	осадки, мм	6,3	21,3	0,2	27,8	4,3	1,8	4,5	10,6	28,6	44,7	3,3	76,6
	температура, °С	19,9	19,6	18,0	19,2	15,1	20,3	25,4	20,3	21,2	25,0	23,0	23,1
2019	осадки, мм	6,6	10,5	30,9	48,0	-	3,2	35,0	38,2	10,7	9,4	18,1	38,2
	температура, °С	18,3	18,0	21,1	19,1	24,3	22,1	21,7	22,7	19,0	19,3	20,1	19,5
2020	осадки, мм	27,7	8,1	21,3	57,1	71,0	11,7	30,2	112,9	17,9	31,2	6,4	55,5
	температура, °С	14,7	11,9	15,5	14,0	18,9	23,1	20,6	20,9	24,6	21,3	21,7	22,5
2021	осадки, мм	26,9	6,6	9,0	42,5	62,5	6,6	3,2	72,3	9,7	-	31,4	41,1
	температура, °С	12,8	21,2	17,4	17,1	18,1	22,5	28,9	23,2	25,0	29,6	23,2	25,9
Сред- не- ного- летняя	осадки, мм	11	12	14	37	16	17	19	52	20	22	22	64
	температура, °С	10,7	12,8	14,6	12,7	15,8	16,6	17,4	16,6	18,3	18,9	19,3	18,8

Э. Э. Гешеле (*Гешеле Э. Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений М.: Колос, 1978. 208 с.*), септориозом – по шкале Петерсона (*Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals // Can. J. Res. 1948. Vol. 26. P. 496–500*).

Почва опытного участка темно-серая лесная, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу. Агрохимические показатели: рН_{сол.} (ГОСТ 26483-85) – 4,88 ед.; содержание органического вещества (ГОСТ 26213-91) – 5,60 %; содержание подвижного фосфора и калия (ГОСТ Р 54650-2011) — 378,0 мг/кг почвы и 275,0 мг/кг почвы соответственно, азота нитратного (ГОСТ 26951-86) – 41,4 мг/кг, азота аммонийного (ГОСТ 26489-85) – 4,43 мг/кг, обменного магния (ГОСТ 26487-85) – 2,16 ммоль/100 г.

Посевы размещали по черному пару. Учетная площадь делянки – 3,0 м². Посев проводили в оптимальные сроки, сеялкой ССФК-7. Норма высева 5,0 млн всхожих семян/га. В качестве стандарта урожайности и устойчивости к болезням использовали сорт Ангелина, внесённый в Госреестр селекционных достижений РФ с 2006 г. Объект исследований – 31 коллекционный образец озимой мягкой пшеницы российской и зарубежной селекции.

Уборку осуществляли в фазе полной спелости комбайном Сампо-130. Качественные показатели зерна исследуемых сортов (содержание клейковины и белка) определяли методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе цельного зерна Infratec 1241. Оценка полученных данных выполняли с использованием корреляционного и вариационного анализа (*Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилоп-*

са и тритикале: методические указания / А. Ф. Мережко, Р. А. Удачин, В. Е. Зуев и др. / под ред. проф. А. Ф. Мережко. С.-Пб.: ВИР, 1999. 82 с.). Мат эмаат ическую обработку ку данных проводили методом статистического анализа вариационных рядов, дисперсионного и корреляционного анализа (*Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.*) с использованием пакета компьютерной программы «Microsoft Excel».

Абсолютно все годы наблюдений отличались повышенным температурным режимом во все фазы роста и развития пшеницы озимой, в сравнении со средними многолетними значениями. Сильное повышение дневных и средних температур воздуха в июне–июле, а также критически низкое количество осадков или их отсутствие, приводило к развитию почвенной и воздушной засух. Оптимальными условиями характеризовались 2017, 2020 гг. с ГТК 0,89...1,55, в засушливые годы (2018, 2019, 2021 гг.) ГТК находился в интервале 0,58...0,70 (табл. 1).

Максимальное в опыте развитие исследуемых грибных болезней наблюдали в прохладную погоду с интенсивным увлажнением 2020 г. (в межфазный период колосшение–цветение пшеницы озимой выпало 71 мм осадков, что в 4,5 раза больше среднегоголетнего, ГТК составил 3,9). В целом метеоусловия вегетационного периода 2020 г. были не типичными для зоны как по количеству, так и по распределению осадков по фазам развития пшеницы. Обильные осадки спровоцировали раннее полегание растений, что способствовало развитию исследуемых болезней.

Минимальное проявление болезней отме-

чали в 2018 г. За весенне-летнюю вегетацию осадков выпало 115 мм, или 75,2 % нормы, сумма активных температур составила 1875 °С, или 130 % от среднеголетней, ГТК=0,59. Растения при повышенных температурах и дефиците влаги испытывали стресс, сформировали небольшую вегетативную массу. В условиях засушливого вегетационного периода значимого развития болезней не отмечали.

Результаты и обсуждение. Для успешной реализации селекционной программы на устойчивость к болезням необходимо знание структуры популяций патогенов, которая заметно различается в разных почвенно-климатических регионах и подвержена изменению во времени и пространстве под воздействием биотических, абиотических и антропогенных факторов. Особую роль играют генетические особенности сортов и метеорологические условия периодов вегетации [8, 9].

За годы исследований эпифитотийного развития грибных болезней на пшенице озимой не наблюдали. Среди изученного набора сортов не выявлено ни одного сорта, у которо-

го полностью отсутствовали признаки поражения во все годы исследований. В целом, большинство исследуемых сортов обладало достаточно хорошей устойчивостью к патогенам. Значительная часть из них отнесена к группе высокоустойчивых.

В годы исследований наиболее сильно проявлялась мучнистая роса. Максимальная степень ее проявления отмечена в 2020 г. (поражение некоторых сортов достигало 60 % и более). По результатам фитопатологической оценки поражения растений мучнистой росой в благоприятные для развития этого патогена годы (2020 г.) выявлены 2 очень высокоустойчивых (до 30 % поражения) сортообразца – Янтарная 50 и Исцтар. Группу высокоустойчивых (развитие болезни до 45 %) сформировали Доминанта, Заря, Память Фебина, Московская 56, Немчиновская 24, Рубежная, Фантазия, Сатурнус, Волжская К, Лавина (двуручка), Мироновская 29, Мироновская п/интенсивна, Виола, Анка (двуручка), MV-27-12, Поэма, Дмитрий (табл. 2).

По отношению к септориозу сорта ранжировали следующим образом: высокой устой-

Таблица 2 – Фитопатологическая характеристика сортов пшеницы озимой

Сорт	Происхождение	Поражение, %		
		мучниста роса (<i>Blumeria graminis</i>) (min...max)	септориоз (<i>Zyoseptoria tritici</i>) (min...max)	бурая ржавчина (<i>Puccinia triticina Erikss</i>) (min...max)
Ангелина, стандарт	Россия	12...60	7...15	5...15
Доминанта	Россия	15...45	5...20	5
Табор	Германия	10...55	0...25	5...10
Заря	Россия	10...45	5...20	10...20
Янтарная 50	Россия	10...30	5...15	5...45
Инна	Россия	5...50	5...15	5...25
Память Фебина	Россия	15...45	5...15	5...15
Московская 56	Россия	5...40	5...10	15...20
Немчиновская 24	Россия	20...45	5...10	5...10
Рубежная	Россия	15...45	0...20	5...35
Фантазия	Беларусь	30...45	5...20	10...20
Сатурнус	Германия	15...45	5...20	5...20
Светоч	Россия	10...60	5...30	5...10
Завет	Беларусь	20...65	5...30	5...20
Спектр	Беларусь	15...50	5...35	5...10
Волжская К	Россия	10...45	5...20	5...20
Лавина (двуручка)	Россия	30...45	5...15	5
Исцтар	Германия	15...35	5...10	5
Мироновская 29	Украина	10...45	5...45	5...10
Мироновская п/интенсивная	Украина	20...45	5...25	10...25
Мирлебен	Украина	15...55	5...45	5...25
Анка (двуручка)	Россия	25...55	10...40	5...10
Касар	Россия	15...50	10...35	5...25
MV Надор	Венгрия	10...50	0...20	5
Виола	Россия	10...45	5...15	5...10
MV-27-12	Россия	5...45	0...25	5
Фелиция	Россия	5...50	0...30	5...15
Скипетр	Россия	10...60	5...15	10
Доля	Россия	20...60	10...15	0...10
Поэма	Россия	15...45	5...15	5
Дмитрий	Россия	10...45	10...50	0...15

Таблица 3 – Хозяйственно-ценные признаки сортов пшеницы озимой

Сорт	Полега- ние, балл (среднее)	Размах ва- рьирувания урожайно- сти (min...max), т/га	Средняя урожайн- ость, т/га	Коэффици- ент вариа- ции, C _v , %	Содержание, %			
					клейко- вины	C _v , %	белка	C _v , %
Ангелина, стандарт	6,8	3,1...6,1	4,41±0,56	37,42	33,2±1,15	8,9	18,1±0,69	9,8
Доминанта	5,5	2,89...6,28	4,46±0,53	35,05	31,0±1,41	11,9	17,0±0,67	10,1
Тамбор	9,0	1,05...5,7	3,33±0,68	60,18	27,5±2,16	58,9	15,0±0,82	58,1
Заря	5,5	1,96...4,67	3,45±0,39	33,88	30,3±1,40	11,9	16,4±0,68	10,6
Янтарная 50	5,8	1,58...4,8	3,53±0,50	41,87	31,4±1,72	58,2	16,9±0,94	58,3
Инна	6,3	1,62...6,3	3,87±0,74	56,74	30,0±1,32	11,3	16,2±0,68	10,7
Память Федина	5,8	1,60...6,2	3,90±0,67	51,26	30,6±1,07	9,0	16,6±0,54	8,4
Московская 56	7,0	1,70...6,0	3,79±0,60	47,25	31,9±0,97	7,7	17,0±0,53	7,9
Немчиновская 24	7,0	1,84...5,5	3,62±0,55	44,79	31,1±1,18	58,1	16,9±0,62	58,5
Рубежная	7,0	1,70...4,7	3,49±0,46	38,79	32,9±0,45	3,4	17,5±0,31	4,5
Фантазия	6,5	1,40...6,5	4,34±0,73	49,47	30,0±0,04	0,3	16,3±0,16	2,5
Сатурнус	7,0	1,82...5,08	3,80±0,52	40,90	34,0±0,58	4,4	18,2±0,39	5,4
Светоч	5,5	2,97...4,3	3,66±0,20	16,15	30,1±1,12	9,5	17,0±0,55	8,2
Завет	5,5	2,31...6,8	4,59±0,62	40,37	30,2±0,90	7,6	16,0±0,39	6,2
Спектр	6,3	2,28...5,5	4,04±0,48	35,15	30,8±1,43	11,9	16,9±0,62	9,3
Волжская К	6,0	3,2...5,55	4,32±0,37	25,22	30,8±0,77	6,3	16,5±0,33	5,0
Лавина (двуручка)	5,5	2,6...5,33	4,00±0,42	31,01	30,9±0,86	7,1	16,7±0,47	7,2
Исцтар	8,5	3,92...8,5	5,28±0,73	41,09	28,6±1,16	10,4	15,6±0,45	7,3
Мироновская 29	8,0	3,0...6,3	4,48±0,57	37,82	31,9±1,16	9,3	17,5±0,46	6,7
Мироновская п/ интенсивная	5,5	1,6...4,5	3,11±0,51	48,69	30,8±1,28	58,0	16,7±0,61	58,1
Мирлебен	8,0	2,16...4,3	2,98±0,33	32,44	30,4±2,13	19,5	16,8±0,94	14,4
Анка (двуручка)	8,3	2,0...6,5	3,78±0,92	71,91	32,3±1,23	9,8	17,5±0,80	11,7
Касар	6,0	2,37...4,8	3,51±0,42	35,78	33,7±0,86	6,5	18,1±0,55	7,7
MV Надор	9,0	2,03...7,5	4,36±0,77	52,42	29,7±0,78	6,7	16,6±0,26	3,9
Виола	7,5	2,57...6,5	4,07±0,62	45,36	30,0±1,39	11,9	16,2±0,59	9,3
MV-27-12	8,0	3,28...8,0	4,63±0,76	48,63	31,5±0,97	7,9	17,4±0,40	5,8
Фелиция	7,5	3,00...8,3	5,23±0,87	49,27	27,5±1,19	11,1	15,0±0,55	9,3
Скипетр	6,5	3,7...5,3	4,23±0,29	20,64	26,8±0,54	57,8	14,9±0,08	57,9
Доля	5,0	2,11...6,2	3,76±0,87	68,55	29,9±2,72	59,2	16,5±1,29	58,8
Поэма	6,0	2,18...7,6	4,75±0,86	53,43	31,0±1,29	10,7	16,7±0,69	8,6
Дмитрий	8,8	1,99...8,0	4,62±1,05	66,95	27,8±1,94	17,9	15,5±0,79	9,8
Среднее по опыту	6,72	-	4,03±0,60	-	30,7±1,20	-	16,7±0,58	-
НСР ₀₅	1,28	-	1,50	-	4,98	-	2,37	-
Стандартное от- клонение (S)	1,19	-	0,56	-	1,73	-	0,85	-
Корреляция с уро- жайностью, r	+0,124	-	-	-	-0,262*	-	-0,256*	-

*P ≥ 0,95.

чивостью (развитие болезни <10 %) характери-
зовались Московская 56, Немчиновская 24,
Исцтар; средней (≤20 %) – Ангелина, Доми-
нанта, Заря, Янтарная 50, Инна, Памяти Федина,
Рубежная, Фантазия, Сатурнус, Волжская
К, Лавина (двуручка), MV Надор, Виола, Ка-
сар, Скипетр, Поэма. Распространение заболе-
вания растений септориозом в коллекционном
питомнике не превышало 50 %.

Из всех исследуемых болезней слабее всего
сорта пшеницы озимой поражались местной
популяцией бурой ржавчины. Очень высокую
степень устойчивости (развитие ≤5 %) к забо-
леванию продемонстрировали Доминанта, Ла-
вина (двуручка), Исцтар, MV Надор, MV-27-12,
Поэма; высокую (развитие ≤10 %) – Тамбор,
Немчиновская 24, Светоч, Спектр, Миронов-

ская 29, Анка (двуручка), Виола, Скипетр, До-
ля. У остальных сортов поражение растений
бурой ржавчиной варьировало от 10 до 25 %.

Ценный материал для селекции новых сор-
тов пшеницы – генотипы с групповой устой-
чивостью к болезням. В наших исследованиях
высокая устойчивость одновременно к мучни-
стой росе и септориозу отмечена у сортов Ян-
тарная 50, Московская 56; к септориозу и бу-
рой ржавчине – Немчиновская 24, Виола, Ски-
петр, Доля, Поэма. Устойчивым ко всем трем
изучаемым патогенам был только сорт немец-
кой селекции Исцтар.

Проведенный в период восковой спелости
мониторинг растений пшеницы на устойчи-
вость к полеганию позволил выявить неполе-
гающие формы. Высокую устойчивость к

полеганию отмечали у сортов Тамбор, Исцтар, MV Надор, Мироновская 29, Мирлебен, Анка, MV Надор, MV-27-12, Дмитрий (8 баллов и более). Коэффициенты корреляции между урожайностью и полеганием за весь период наблюдений (табл. 3) были слабыми недостоверными положительными ($r = 0,124$).

Установлено достоверное слабое и среднее влияние развития болезней и полегания на снижение качественных показателей зерна пшеницы озимой в 2020 г., в котором содержание белка и клейковины было минимальным в опыте ($r = -0,256 \dots -0,452$). В остальные годы изучаемые болезни не оказывали значимого влияния на урожайность и качественные показатели зерна ($r = 0,003 \dots -0,273$).

В целом за годы исследований содержание белка в зерне исследуемых сортов находилось на высоком уровне и варьировало от 15,0 % до 18,2 %, содержание клейковины – 27,5...34,0 %. Причем коэффициент вариации (C_V) величин этих показателей у большинства сортов был незначительным, за исключением сортов Немчиновская 24, Табор, Мироновская п/интенсивная, Скипетр, Доля ($C_V > 50$ %). Самой высокое накопление белка в зерна (более 18,0 %) отмечали у сортов Ангелина, Сатурнус, Касар. Эти же сорта отличались максимальным в опыте содержанием клейковины. Коэффициенты корреляции урожайности с содержанием белка и клейковиной свидетельствуют о слабой отрицательной зависимости ($r = -0,262$ и $r = -0,256$ соответственно) между этими признаками.

Наиболее благоприятным для продукционного процесса пшеницы озимой оказался вегетационный период 2018 г., несмотря на то, что год отнесен к засушливым. Среднесортная урожайность в опыте составила 4,13 т/га. Средняя урожайность образцов за годы исследований изменялась от 2,98 до 5,28 т/га, коэффициент вариации составлял 16,15...71,91 %.

У большинства изучаемых сортов он превышал 30 %, в том числе у стандартного сорта Ангелина он был равен 37,42 %. Наименьшее варьирование урожайности по годам отмечено у сортов Светоч ($C_V = 16,15$ %), Скипетр ($C_V = 20,64$ %), Волжская К ($C_V = 25,22$ %).

Максимальную в опыте среднюю урожайность сформировали сорт местной селекции Фелиция и немецкий сорт Исцтар – 5,23 и 5,28 т/га соответственно. В целом в качестве исходного материала для селекции на продуктивность можно рекомендовать образцы Доминанта, Завет, Фелиция, Поэма, Дмитрий, Исцтар, Мироновская 29, урожайность которых была выше, чем у стандарта, на 0,05...0,87 т/га.

Выводы. В результате проведенных исследований сформирована группа сортов, обладающих комплексной устойчивостью одновременно к мучнистой росе и септориозу – Янтарная 50, Московская 56; к септориозу и бурой ржавчине – Немчиновская 24, Виола, Скипетр, Доля, Поэма. Комплексную устойчивость к трем фитопатогенам имел сорт Исцтар. Высокая устойчивость к полеганию (более 8,0 баллов) отмечена у сортов Тамбор, Исцтар, MV Надор, Мироновская 29, Мирлебен, Анка, MV-27-12, Дмитрий. Достоверных различий по урожайности между сортами не наблюдали. Тенденция к ее повышению отмечена у сортов Доминанта (4,46 т/га), Мироновская 29 (4,48 т/га), Завет (4,59 т/га), Дмитрий (4,62 т/га), Поэма (4,75 т/га), Фелиция (5,23 т/га), Исцтар (5,28 т/га), превзошедших стандарт на 0,05...0,87 т/га. В среднем за годы исследований содержание белка в зерне находилось на высоком уровне и составляло 15,0...18,2 %, клейковины – 27,5...34,0 %. Наиболее выгодно сочетает устойчивость к трем видам фитопатогенов, высокие показатели продуктивности и устойчивость к полеганию сорт немецкой селекции Исцтар.

Литература

1. Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Павленко О. С. Устойчивость сортов и коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы к комплексу наиболее вредоносных болезней в условиях нижнего Дона // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 6. С. 68–72.
2. Мансвелтван Я. Д., Темирбекова С. К. Органическое земледелие: принципы, опыт и перспективы // *Сельскохозяйственная биология*. 2017. № 3. Т. 52. С. 478–486.
3. Сазонова О. Ю., Еремин Л. П. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от фитосанитарного состояния посевов в условиях Орловской области // *Russian agricultural science review*. 2015. № 5-1 (5). С. 178–183.
4. A cropping system assessment framework – evaluating effects of introducing legumes into crop rotations / M. Reckling, J.-M. Hecker, G. Bergkvist, et al. // *European Journal of Agronomy*. 2016. Vol. 76. P. 186–197.
5. Санин С. С. Эпифитотии болезней зерновых культур: теория и практика: избранные труды. М.: НИПКЦ Восход-А, 2012. 451 с.
6. Левакова О.В., Ерошенко Л.М. Устойчивые к гельминтоспориозным пятнистостям высокоурожайные сорта и линии ярового ячменя // *Вестник РАСХН*. 2020. № 2. С. 33–35.
7. Manukyan I.R., Miroshnikova E.S. Comprehensive assessment of the breeding material of winter wheat for resistance to moisture deficiency and productivity // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 547. 012022. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/547/1/012022> (Дата обращения: 05.03.2021).
8. Резвякова С. В., Ботуз Н. И., Митина Е. В. Урожайность озимой пшеницы в связи с защитой от грибных болезней в условиях Орловской области // *Вестник аграрной науки*. 2021. № 1 (88). С. 68–74.
9. Левакова О. В., Банникова М. И. Анализ генетических источников ценных признаков сортов озимой мягкой пшеницы в целях создания исходного материала // *Аграрная наука*. 2019. № 7-8. С. 38–40.

Сведения об авторах:

Ольга Викторовна Левакова – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства; e-mail: levakova.olga@bk.ru

Маргарита Игоревна Костаньянц – младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства; e-mail: margo-bannickova@yandex.ru,
Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Рязанская обл., Россия

RESISTANCE OF WINTER WHEAT VARIETIES TO THE MAIN DISEASES IN THE FOREST CLIMATIC ZONE OF THE RYAZAN REGION
O.V. Levakova, M.I. Kostanyants

Abstract. Phytopathological studies of 31 varieties of soft winter wheat were carried out in 2017-2021 in the forest-steppe agro-climatic zone of the Ryazan region. The study of the material took place on a natural infectious background in a collection nursery on plots of 3.0 m², without repetition. The soil of the experimental site is dark gray forest, heavy loamy in granulometric composition, average fertility level. Among the studied set of varieties, not a single variety with complete absence of signs of damage has been identified for all the years of research. In general, most of the studied varieties had fairly good resistance to pathogens. Thus, a significant majority of the studied samples for resistance to powdery mildew (disease development up to 30..45%), brown rust (degree of disease development <5...10 %) and septoria (disease development <10...20%) are attributed to the group of highly resistant varieties. But of particular value for breeding are varieties of winter wheat that exhibit complex resistance. A group of varieties has been formed that has complex resistance to two diseases simultaneously: powdery mildew and septoria - Amber 50, Moskovskaya 56, Isctar; to septoria and brown rust - Nemchinovskaya 24, Viola, Scepter, Dolya, Poem, Isctar; to powdery mildew and brown rust – Isctar. The Isctar variety had complex resistance to three types of phytopathogens. High resistance to lodging (more than 8.0 points) was noted in the varieties Tambor, Isctar, MV Nador, Mironovskaya 29, Mirleben, Anka, MV-27-12, Dmitry. On average, over the years of research, the protein content in the grain was at a high level and amounted to 15.0...18.2%, gluten 27.5 ...34.0%. Thus, a variety of the German selection Isctar has been identified, which most advantageously combines resistance to three types of phytopathogens, has high productivity indicators and resistance to lodging.

Keywords: Winter wheat (*Triticum aestivum* L.), powdery mildew (*Blumeria graminis* (DC.)), septoria (*Zymoseptoria tritici* (Desm.)), brown rust (*Puccinia triticina* Eriks.), yield, grain quality.

References

1. Derova TG, Shishkin NV, Pavlenko OS. [Resistance of varieties and collection samples of winter soft wheat to the complex of the most harmful diseases in the conditions of the lower Don]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2018; 6. 68-72 p.
2. Mansvel'tvan YaD, Temirbekova SK. [Organic farming: principles, experience and prospects]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2017; 3. Vol.52. 478-486 p.
3. Sazonova OYu, Eremin LP. [Grain quality of winter wheat depending on the phytosanitary state of crops in the conditions of Orel region]. *Russian agricultural science review*. 2015; 5-1 (5). 178-183 p.
4. Reckling M, Hecker J.-M, Bergkvist G. A cropping system assessment framework – evaluating effects of introducing legumes into crop rotations. *European Journal of Agronomy*. 2016; Vol. 76. 186-197 p.
5. Sanin SS. Epifitotii boleznei zernovykh kul'tur: teoriya i praktika: izbrannye trudy. [Epiphytotics of diseases of grain crops: theory and practice: selected works]. Moscow: NIPKTS Voskhod-A. 2012; 451 p.
6. Levakova OV, Eroshenko LM. [High-yielding varieties and lines of spring barley resistant to *Helminthosporium blotches*]. *Vestnik RASKhN*. 2020; 2. 33-35 p.
7. Manukyan IR, Miroshnikova ES. Comprehensive assessment of the breeding material of winter wheat for resistance to moisture deficiency and productivity. [Internet]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020; Vol. 547. 012022 p. [cited 2021, March 03]. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/547/1/012022>.
8. Rezvyakova SV, Botuz NI, Mitina EV. [Productivity of winter wheat in connection with protection against fungal diseases in the conditions of the Orel region]. *Vestnik agrarnoi nauki*. 2021; 1 (88). 68-74 p.
9. Levakova OV, Bannikova MI. [Analysis of genetic sources of valuable traits of winter soft wheat varieties in order to create initial material]. *Agrarnaya nauka*. 2019; 7-8. 38-40 p.

Authors:

Levakova Olga Viktorovna – Ph.D. of Agricultural sciences, senior researcher of Breeding and Seed Production Department; e-mail: levakova.olga@bk.ru
Kostanyants Margarita Igorevna - junior researcher of Breeding and Seed Production Department; e-mail: margo-bannickova@yandex.ru,
Institute of Seed Production and Agrotechnologies - branch of Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”, Ryazan Region, Russia

ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ САМООПЫЛЕННЫХ СЕМЕЙ КУКУРУЗЫ (S₅) СМЕШАННОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ**Н.А. Орлянская, Н.А. Орлянский, Д.С. Чеботарёв**

Реферат. С целью повышения эффективности гибридизации проведено изучение комбинационной ценности нового исходного материала. Представлены результаты оценки и отбора по комбинационной способности 33 раннеспелых фенотипически константных семей кукурузы в поколении S₅, полученных методом инцухта на базе специально созданного гибрида из элитных линий, принадлежащих к Европейской кремнистой плазме и плазме Ланкастер. Изучение комбинационной способности по признакам «урожайность зерна» и «уборочная влажность зерна» проведено в системе топкроссных скрещиваний в 2020 и 2021 гг. в условиях лесостепи Воронежской области. Обнаружена различная реакция тесткроссных гибридов на условия выращивания, средняя урожайность зерна в 2020 г. составила 7,84 т/га с размахом варьирования 6,08...9,91 т/га, в 2021 г. средняя урожайность снизилась до 5,52 т/га с колебаниями 3,53...6,99 т/га. Уборочная влажность зерна в 2020 г. была в пределах 15,5...25,6 %, в 2021 г. находилась в интервале 14,6...19,1 %, средняя влажность зерна в 2020 г. составила 20,3 %, в 2021 г. 16,3 %. Установлена изменчивость оценок эффектов общей комбинационной способности (ОКС) и варианс специфической комбинационной способности (СКС) от условий года. Практическую ценность для использования в программах создания высокоурожайных гибридов представляет семья ВК 79²/12-114 со стабильно высокой ОКС и низкой СКС и семья ВК 79²/12-45 со стабильно высокой СКС и высокой и средней ОКС. Наиболее ценными для селекции гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна оказались семья ВК 79²/12-17 со стабильно высокими ОКС и СКС и семьи ВК 79²/12-10, ВК 79²/12-22 со стабильно высокой ОКС и высокой и средней СКС. Выделена семья ВК 79²/12-114, обладающая селекционной ценностью для создания как высокоурожайных гибридов, так и гибридов с пониженной влажностью зерна.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea mays* L.), самоопыленные семьи, комбинационная способность, эффекты ОКС, варианты СКС.

Введение. Задачи, стоящие перед селекционерами, постоянно усложняются и все больше возрастают требования к характеристикам исходного материала, используемого при гибридизации. Необходимым требованием к исходному материалу со стороны селекции на гетерозис, наряду с другими, считают подбор форм по наследственным факторам, определяющим комбинационную способность [1].

Наличие высоких значений ценных признаков у исходных линий не гарантия их проявления в гибридном потомстве, для выявления генотипов с высокой степенью экспрессии признаков в гибридах необходимо проводить оценку селекционной значимости [2]. Предварительная оценка комбинационной способности – эффективный прием, позволяющий концентрировать внимание на материале, обладающем, наряду с ценными хозяйственно полезными признаками, еще и высокой комбинационной способностью [3]. Этот метод – один из способов сокращения продолжительности селекционного процесса.

Единственно надежным методом оценки комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы давно было признано испытание их в гибридных комбинациях [4]. Термин «комбинационная способность» (КС) означает способность линии обеспечивать при скрещивании с другими линиями, простыми гибридами или сортами гетерозисное потомство, обладающее повышенной жизнеспособностью и

урожайностью. Различают общую (ОКС) и специфическую (СКС) комбинационную способность. ОКС – это среднее проявление инбредной линии в большом числе гибридных комбинаций, она дает информацию о том, какая из линий при скрещивании со многими другими линиями даст лучшие гибриды. СКС – индивидуальное проявление инбредной линии в отдельной специфической гибридной комбинации [5]. Комбинационная способность, как и другие селекционно ценные признаки, передается последующим поколениям и степень ее проявления в значительной степени зависит от условий выращивания [6, 7], причем ОКС в меньшей степени подвержена изменчивости, чем СКС [8]. Инбридинг и последующий отбор по мере увеличения гомозиготности не приводят к существенному изменению комбинационной ценности [9].

При оценке селекционного материала на комбинационную способность чаще всего применяют методы топкроссных и диаллельных скрещиваний. Метод диаллельных скрещиваний считается более информативным [10, 11]. Однако, как правило, в селекционной практике этот метод применяется на более поздних этапах селекционного процесса для оценки специфической комбинационной способности небольшого числа линий, предварительно прошедших отбор по общей комбинационной способности, а чаще всего используется топкроссный метод, как наиболее экономичный. И, по мнению Пакудина В.З.,

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационного периода кукурузы

Период	Среднесуточная температура воздуха, °С			Сумма осадков, мм		
	2020 г.	2021 г.	норма	2020 г.	2021 г.	норма
Май	13,3	16,2	17,0	71,7	60,9	46,9
Июнь	21,3	21,0	20,3	64,7	87,5	64,6
Июль	21,9	23,9	22,7	29,6	20,5	59,2
Август	20,2	23,9	21,4	6,5	9,9	43,7
Май–август	19,2	21,3	20,4	172,5	178,8	214,4

в топкроссных скрещиваниях достигается практически та же степень полноты информации, что и в диаллельных скрещиваниях [12]. Суть метода состоит в скрещивании изучаемых линий с 2...3 тестерами или более с последующим испытанием гибридного потомства [13].

Основным селекционным признаком, по которому определяют комбинационную способность линий, – урожайность зерна [14]. Но для исходного материала, используемого в программах создания зерновых гибридов кукурузы, особенно ориентированных для регионов с ограниченным периодом вегетации, где востребованы сорта и гибриды с низкой влажностью на момент уборки, наряду с этим, важно располагать и информацией о комбинационной ценности по уборочной влажности зерна [15, 16].

Цель исследований – оценить комбинационную способность по признакам «урожайность зерна» и «уборочная влажность зерна» новых самоопыленных семей кукурузы в поколении S₅, созданных на основе гибрида смешанной генетической плазмы, выявить перспективные генотипы и определить пути их дальнейшего использования.

Условия, материалы и методы. Работу проводили в 2020–2021 гг. на базе Воронежского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы», расположенном в лесостепной зоне Воронежской области. Полевые опыты выполняли в селекционном севообороте в соответствии с «Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кукурузой» [17]. Применяли общепринятую для зоны агротехнику.

Изучение комбинационной способности проводили в системе топкроссных скрещиваний. В качестве объекта исследований были использованы 33 семьи в поколении S₅, созданные в результате самоопыления специально синтезированного беккроссного гибрида, объединяющего в той или иной мере ценные составляющие плазм Ланкастер и Европейской кремнистой плазмы. Гибрид получен от скрещивания элитных линий кукурузы К 79 и К 12 с 75 % и 25 % долями участия соответственно. Исходные линии имеют отличительные особенности, так, линия К 79 характеризуется высокой холодостойкостью, устойчиво-

стью к полеганию и ломкости стебля, но медленно теряет влагу, а К 12 отличается более интенсивной скоростью влагоотдачи зерном при созревании. Предварительно в процессе селекции отбирали формы, характеризующиеся стабильным проявлением признаков и ранним цветением. В качестве тестеров использовали 3 простых гибрида: Рубин С (смешанная плазма), Антей М (плазма Айодент) и ПГ 108/11 С (плазма Айодент × смешанная), принадлежащих к различным гетерозисным плазмам, что способствовало проявлению высоко-го эффекта гетерозиса. Комбинационную способность фенотипически константных семей определяли по результатам испытания 99 тест-кроссных гибридов. Испытание тест-кроссов проводили в контрольном питомнике на двухрядковых делянках с учетной площадью 7 м² в 3-х кратной повторности.

Посев осуществляли в оптимальные для каждого года сроки. Густота стояния растений в контрольном питомнике изучения тест-кроссных гибридов составляла 65,7 тыс. раст./га. Урожайность зерна определяли методом сплошного учета, влажность зерна – непосредственно при уборке путем 3-х кратного измерения каждого образца экспресс-влажномером.

Анализ комбинационной способности проводили согласно «Методических рекомендаций по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности» [18], расчет выполняли с использованием программы Microsoft Excel.

Метеорологические условия вегетационного периода в 2020 и 2021 гг. были не совсем благоприятными для растений кукурузы. В критические для развития кукурузы периоды (цветение и налив зерна) наблюдали значительный дефицит осадков. Так, в 2020 г. в июле выпало только половину месячной нормы, а в августе было всего 14,9 % осадков от среднемноголетних показателей (табл. 1). Аналогичная ситуация складывалась и в 2021 г., когда обеспеченность растений влагой в июле составила всего 34,6 %, а в августе – 22,7 % от нормы. Но в 2021 г. ситуация ухудшилась тем, что наряду с недостатком влаги, отмечен повышенный температурный фон, среднесуточная температура воздуха в июле была выше среднемноголетних показателей на

1,3 °С, а в августе – даже на 2,5 °С. Это усилило неблагоприятное действие почвенной засухи. В таких условиях растения к началу сентября уже прекратили вегетацию. Уборку в оба года испытания осуществляли в начале 1 декады сентября до выпадения осадков.

Результаты и обсуждения. Отмечен значительный размах варьирования урожайности зерна, который в условиях более благоприятного 2020 г. составил 6,08...9,91 т/га, а в 2021 г. был в пределах 3,53...6,99 т/га (табл. 2). Различная реакция тесткроссов на условия года отразилась на уровне средней урожайности, которая в 2020 г. составила 7,84 т/га, а в 2021 г. снизилась по сравнению с прошлым годом на 2,32 т/га. Размах варьирования уборочной влажности зерна в 2020 г. был в пределах 15,5...25,6 %, а в 2021 г. находился в интервале 14,6...19,1 %, уборочная влажность зерна в 2021 г. была в среднем ниже на 4,0 % и составляла 16,3 %.

Согласно результатам дисперсионного анализа ($F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор.}}$) установлены различия между самоопыленными семьями по комбинационной способности по изучаемым признакам. Общая комбинационная способность определена по величине эффектов ОКС (gi). Распределение семей на группы ценности проводили с учетом НСР₀₅. По признаку «урожайность зерна» к 1 рангу с высокой КС отнесены образцы, эффекты ОКС которых существенно превышали НСР, к 3 рангу с низкой КС – ниже НСР, ко 2 рангу со средней КС – на уровне НСР. По признаку «уборочная влажность зерна», наоборот, в группу с высокой КС (1 ранг) включены семьи с эффектами ОКС существенно ниже НСР, к 3 рангу с низкой КС – с эффектами ОКС выше НСР и ко 2 рангу со средней КС – на уровне НСР.

Так как урожайность гибридов в большинстве случаев определяется как аддитивными, так и неаддитивными эффектами генетических взаимодействий, для определения специфической комбинационной способности для каждой семьи вычислялась дисперсия (варианса СКС (bsi)), которая дает возможность выделять перспективные

формы, обеспечивающие высокий результат в отдельных комбинациях. Ранжирование по СКС по обоим признакам производилось сопоставлением вариантов конкретного образца со средней вариансой по опыту.

В исследованиях обнаружена значительная изменчивость оценок эффектов ОКС и вариант СКС по признаку «урожайность зерна» в зависимости от условий года. Установлено, что высокие эффекты ОКС (ранг 1) по урожайности зерна в оба года изучения показали 3 семьи (ВК 79²/12-19, ВК 79²/12-82 и ВК 79²/12-114), стабильно средними эффектами (ранг 2) характеризовалась 21 семья (табл. 3). Остальные семьи изменяли ранг, так, 5 образцов (ВК 79²/12-29, ВК 79²/12-45, ВК 79²/12-49, ВК 79²/12-103, ВК 79²/12-111) показали средние и высокие эффекты ОКС, 4 семьи (ВК 79²/12-56, ВК 79²/12-63, ВК 79²/12-73, ВК 79²/12-109) отличались средними и низкими эффектами ОКС.

Количество образцов со стабильными по годам значениями СКС меньше, чем по ОКС. Высокие варианты СКС по урожайности зерна в условиях 2020 и 2021 гг. установлены только для семьи ВК 79²/12-45, у 15 семей отмечены стабильно низкие варианты СКС, у 7 семей варианты СКС изменялись с высоких на низкие или наоборот, варианты СКС у 10 семей изменялись в пределах средние-низкие.

Анализ комбинационной способности семей по признаку «уборочная влажность зерна» показал, что стабильно низкими эффектами ОКС (ранг 1) по годам характеризовались 3 семьи (ВК 79²/12-10, ВК 79²/12-17 и ВК 79²/12-22) (табл. 4). Высокие значения эффектов ОКС (ранг 3) в оба года изучения показали семьи ВК 79²/12-19 и ВК 79²/12-49, у 10 образцов обнаружены стабильно средние значения эффектов ОКС (ранг 2). Остальные семьи характеризовались различным уровнем проявления эффектов ОКС по уборочной влажности зерна по годам исследований. Стабильно низкие значения вариант СКС (1 ранг) показали 14 семей, стабильно высокие (3 ранг) обнаружены у 1 семьи, и у 1 семьи стабильно среднюю (2 ранг). Значения вариант СКС у 17 семей были различными по годам.

Таблица 2 – Варьирование показателей тесткроссных гибридов по признакам «урожайность зерна» и «уборочная влажность зерна»

Признак	Год	Среднее значение ± стандартное отклонение $(\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	Лимиты (min...max)
Урожайность зерна, т/га	2020	7,84 ± 0,35	6,08...9,91
	2021	5,52 ± 0,33	3,53...6,99
Уборочная влажность зерна, %	2020	20,3 ± 1,77	15,5...25,6
	2021	16,3 ± 0,50	14,6...19,1

Таблица 3 – Эффекты ОКС и варианты СКС самоопыленных семей кукурузы (S_5) по признаку «урожайность зерна»

Семья	Эффекты ОКС				Варианты СКС			
	2020 г.		2021 г.		2020 г.		2021 г.	
	(g_i)	ранг	(g_i)	ранг	(σ_{si})	ранг	(σ_{si})	ранг
ВК 79 ² /12-5	-0,05	2	-0,32	2	0,22	2	0,06	3
ВК 79 ² /12-10	-0,33	2	-0,11	2	0,22	2	0,10	3
ВК 79 ² /12-15	-0,22	2	0,03	2	0,06	3	0,03	3
ВК 79 ² /12-17	-0,24	2	-0,25	2	0,06	3	0,32	2
ВК 79 ² /12-18	0,06	2	-0,44	2	0,01	3	0,31	2
ВК 79 ² /12-19	0,42	1	0,40	1	0,01	3	1,67	1
ВК 79 ² /12-22	-0,32	2	-0,19	2	0,01	3	0,03	3
ВК 79 ² /12-29	0,55	1	-0,10	2	0,18	2	0,01	3
ВК 79 ² /12-30	0,14	2	-0,13	2	0,14	3	0,46	1
ВК 79 ² /12-32	0,33	2	-0,28	2	0,08	3	0,32	2
ВК 79 ² /12-41	0,04	2	-0,07	2	0,06	3	0,10	3
ВК 79 ² /12-45	0,09	2	0,51	1	0,41	1	1,02	1
ВК 79 ² /12-46	-0,34	2	0,09	2	0,24	2	0,16	3
ВК 79 ² /12-49	0,03	2	0,41	1	0,00	3	0,26	2
ВК 79 ² /12-56	-0,29	2	-0,52	3	0,09	3	0,01	3
ВК 79 ² /12-59	-0,25	2	-0,20	2	0,00	3	0,03	3
ВК 79 ² /12-63	0,07	2	-0,45	3	0,04	3	0,00	3
ВК 79 ² /12-64	-0,08	2	-0,38	2	0,29	2	0,08	3
ВК 79 ² /12-65	0,04	2	-0,06	2	0,41	1	0,01	3
ВК 79 ² /12-67	0,36	2	-0,12	2	0,06	3	0,11	3
ВК 79 ² /12-69	0,37	2	0,07	2	0,12	3	0,01	3
ВК 79 ² /12-71	-0,19	2	0,15	2	0,00	3	0,00	3
ВК 79 ² /12-72	0,35	2	0,00	2	0,00	3	0,01	3
ВК 79 ² /12-73	-0,42	3	0,36	2	0,01	3	0,01	3
ВК 79 ² /12-75	0,07	2	-0,34	2	0,01	3	0,05	3
ВК 79 ² /12-82	1,00	1	0,42	1	0,31	2	0,15	3
ВК 79 ² /12-84	-0,22	2	-0,03	2	0,45	1	0,08	3
ВК 79 ² /12-103	-0,40	2	0,49	1	0,02	3	0,04	3
ВК 79 ² /12-107	-0,28	2	-0,08	2	0,51	1	0,04	3
ВК 79 ² /12-108	-0,28	2	-0,02	2	0,53	1	0,01	3
ВК 79 ² /12-109	-0,49	3	0,29	2	0,44	1	0,00	3
ВК 79 ² /12-111	-0,19	2	0,42	1	0,03	3	0,04	3
ВК 79 ² /12-114	0,67	1	0,45	1	0,02	3	0,00	3
НСР ₀₅	0,42		0,40		-		-	
Среднее	-		-		0,18		0,17	

Наиболее ценными для селекционной практики считаются генотипы, объединяющие высокие значения ОКС и СКС с их стабильностью проявления в различных условиях вегетации [19]. В нашем опыте среди изученных не выявлено семей, стабильно проявлявших высокую ОКС и СКС по урожайности зерна, только семья ВК 79²/12-45 со стабильно высокой СКС и высокой и средней ОКС по годам приблизилась к указанным

характеристикам, ее включение в селекционные программы по созданию высокоурожайных гибридов будет перспективным. Для дальнейшего использования в селекционной работе по созданию высокогетерозисных гибридов также представляют интерес линии со стабильно высокой ОКС и низкой СКС, стабильно способствующие созданию высокоурожайных комбинаций, этим параметрам соответствует семья

Таблица 4 – Эффекты ОКС и варианты СКС самоопыленных семей кукурузы (S₅) по признаку «уборочная влажность зерна»

Семья	Эффекты ОКС				Варианты СКС			
	2020 г.		2021 г.		2020 г.		2021 г.	
	(g _i)	ранг	(g _i)	ранг	(σ _{si})	ранг	(σ _{si})	ранг
ВК 79 ² /12-5	-1,97	1	-0,77	2	4,52	2	1,65	2
ВК 79 ² /12-10	-1,29	1	-1,08	1	0,48	1	1,47	2
ВК 79 ² /12-15	-1,74	1	-0,35	2	0,11	1	0,21	1
ВК 79 ² /12-17	-2,91	1	-1,10	1	0,51	1	0,03	1
ВК 79 ² /12-18	-0,74	2	-0,60	2	0,04	1	0,00	1
ВК 79 ² /12-19	3,88	3	2,57	3	0,02	1	5,84	3
ВК 79 ² /12-22	-1,19	1	-1,13	1	3,27	2	0,33	1
ВК 79 ² /12-29	-0,19	2	-0,05	2	0,00	1	0,26	1
ВК 79 ² /12-30	-2,24	1	-0,85	2	0,37	1	2,10	2
ВК 79 ² /12-32	-3,24	1	-0,15	2	0,43	1	0,87	1
ВК 79 ² /12-41	-0,61	2	-0,05	2	3,44	2	0,21	1
ВК 79 ² /12-45	1,66	3	0,30	2	0,23	1	1,53	2
ВК 79 ² /12-46	0,98	3	-0,23	2	0,00	1	1,10	1
ВК 79 ² /12-49	1,23	3	1,00	3	0,81	1	0,17	1
ВК 79 ² /12-56	-1,87	1	-0,18	2	0,02	1	0,01	1
ВК 79 ² /12-59	0,49	2	0,25	2	2,93	2	1,00	1
ВК 79 ² /12-63	-0,12	2	2,42	3	8,40	3	11,60	3
ВК 79 ² /12-64	1,24	3	0,00	2	1,32	1	1,15	2
ВК 79 ² /12-65	-0,19	2	0,02	2	5,64	3	0,45	1
ВК 79 ² /12-67	-1,66	1	0,88	2	3,10	2	1,00	1
ВК 79 ² /12-69	-1,37	1	-0,23	2	7,97	3	0,36	1
ВК 79 ² /12-71	-1,07	1	-0,40	2	0,08	1	0,33	1
ВК 79 ² /12-72	2,26	3	0,32	2	0,14	1	0,23	1
ВК 79 ² /12-73	0,29	2	0,50	2	1,29	1	0,78	1
ВК 79 ² /12-75	-0,34	2	0,47	2	0,00	1	1,47	2
ВК 79 ² /12-82	2,88	3	-0,23	2	2,87	2	0,19	1
ВК 79 ² /12-84	3,14	3	0,35	2	6,87	3	0,09	1
ВК 79 ² /12-103	0,14	2	0,32	2	2,83	2	0,05	1
ВК 79 ² /12-107	3,04	3	0,02	2	8,08	3	0,26	1
ВК 79 ² /12-108	0,33	2	-0,18	2	1,29	1	0,70	1
ВК 79 ² /12-109	1,18	3	-0,65	2	7,12	3	1,25	2
ВК 79 ² /12-111	-0,14	2	-1,17	1	0,88	1	0,59	1
ВК 79 ² /12-114	0,14	2	-0,02	2	0,15	1	0,00	1
НСР ₀₅	0,94		0,90		-		-	
Среднее	-		-		2,48		1,13	

ВК 79²/12-114. Ее использование также возможно в программах создания новых самоопыленных линий. Вовлечение в скрещивания семей ВК 79²/12-19 и ВК 79²/12-82 со стабильно высокой ОКС и нестабильным проявлением СКС менее перспективно, но может принести успешный результат. Самоопыленные семьи с высокой или средней ОКС и средней или низкой СКС способны генерировать отдельные высокоурожайные гибридные комбинации. Привлечение в скрещивания семей ВК 79²/12-73 и ВК 79²/12-109, показавших низкую ОКС в более благоприятных условиях, не будет иметь успеха в плане получения высокогетерозисных комбинаций.

Для включения в программы селекции зерновых гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна наиболее перспективными из числа изученных будут генотипы со

стабильно высокой общей (с низкими эффектами ОКС) и специфической (с низкими вариантами СКС) комбинационной способностью по этому признаку, таким требованиям соответствует семья ВК 79²/12-17. Образцы ВК 79²/12-10 и ВК 79²/12-22, показавшие стабильно высокую ОКС и среднюю и высокую СКС, также пригодны для создания гибридов с интенсивной влагоотдачей. Семьи со средней ОКС, характеризующиеся при этом высокой СКС, также имеют селекционную ценность, к этой группе отнесены ВК 79²/12-18, ВК 79²/12-29, ВК 79²/12-73, ВК 79²/12-108 и ВК 79²/12-114, с их участием возможно получение отдельных ценных гибридных комбинаций. Имеют определенную селекционную ценность также семьи с высокой или средней по годам ОКС и низкой СКС по данному признаку: ВК 79²/12-15, ВК 79²/12-32, ВК 79²/12-56, ВК

79²/12-71, ВК 79²/12-111. Невысока вероятность получения гибридов с низкой уборочной влажностью с 10 образцами (ВК 79²/12-19, ВК 79²/12-45, ВК 79²/12-46, ВК 79²/12-49, ВК 79²/12-63, ВК 79²/12-64, ВК 79²/12-72, ВК 79²/12-82, ВК 79²/12-107, ВК 79²/12-109), показавших по годам низкую и среднюю ОКС по этому признаку.

Совместный анализ результатов изучения комбинационной способности по урожайности и уборочной влажности зерна позволил выявить только одну семью ВК 79²/12-114, представляющую ценность для создания гибридов, одновременно обладающих как высокой урожайностью, так и низкой уборочной влажностью зерна. Причиной такого низкого результата является сложность сочетания в одном генотипе вышеназванных признаков.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено значительное влияние условий среды на степень проявления комбинационной способности, как по урожайности, так и по уборочной влажности зерна. Применение топкроссного метода оценки ком-

бинационной способности новых самоопыленных семей кукурузы (S₅) позволило дифференцировать их по селекционной ценности, выявить наиболее перспективные генотипы и наметить пути их дальнейшего использования. Наиболее ценными для использования в программах создания высокоурожайных гибридов представляет семья ВК 79²/12-114 со стабильно высокой ОКС и низкой СКС и семья ВК 79²/12-45 со стабильно высокой СКС и высокой и средней ОКС. Практическую значимость для селекции гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна имеет семья ВК 79²/12-17 со стабильно высокими ОКС и СКС и семьи ВК 79²/12-10 и ВК 79²/12-22 со стабильно высокой ОКС и высокой и средней СКС. Выделена семья ВК 79²/12-114, обладающая селекционной ценностью как в плане создания высокоурожайных гибридов, так и гибридов с пониженной влажностью зерна.

Использование нового исходного материала с установленной комбинационной способностью будет способствовать эффективности гибридизации.

Литература

- Капустян М. В., Чернобай Л. Н., Сикалова Е. В. Анализ комбинационной способности новых линий кукурузы различного происхождения в тестерных скрещиваниях // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 62–66.
- Кривошеев Г. Я., Игнатъев А. С. Комбинационная способность раннеспелых самоопыленных линий кукурузы и тестеров в системе топкроссных скрещиваний // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 114 (10). URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/102.pdf>. (дата обращения: 5.06.2022).
- Combining ability analysis in complete diallel cross of waxy corn for starch pasting viscosity characteristics / D. Kethaisong, B. Suriham, R. Tangwongchai, et al. // Scientia Horticulturae. 2014. Vol. 175. P. 229–235.
- Sprague G. F., Jenkins M. T. A comparison of synthetic varieties, multiple crosses and double crosses in corn // Agron. J. 1943. Vol. 35. P. 137–147.
- Югенхеймер Р. У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование / Пер. с англ. Г. В. Дерягина, Н. А. Емельяновой; под ред. Г. Е. Шмараева. М.: Колос, 1979. 519 с.
- Перевязка Д. С., Перевязка Н. И., Супрунов А. И. Изучение специфической комбинационной способности новых раннеспелых и среднеранних автодиплоидных линий кукурузы // Научный журнал КубГАУ. 2021. № 166 (02). URL: <http://ej.kubagro.ru/2021/02/pdf/08.pdf>. (дата обращения: 5.06.2022).
- Чилашвили И. М., Супрунов А. И., Слащев А. Ю. Изучение комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы в условиях центральной зоны Краснодарского края // Зерновое хозяйство России. 2015. № 4. С. 46–49.
- Абельмасов О. В. Селекційна оцінка самозапилених ліній та сестринських гібридів кукурудзи генетичної плазми айодент // Зернові культури. 2017. Т. 1. № 1. С. 35–39.
- Борозан П. А., Мустьяца С. И., Спыну В. Г. Изучение инбредных линий кукурузы на комбинационную способность // Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы: Материалы IV междунар. конф., посвящ. 55-летию основания Института генетики и цитологии НАН Беларуси (Минск, 3-4 ноября 2020 г.). Минск: Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, 2020. С. 38.
- Зайцев С. А. Применение диаллельного анализа при изучении комбинационной способности кукурузы // Аграрный научный журнал. 2020. № 8. С. 16–19.
- Оценка комбинационной способности линий кукурузы в диаллельных скрещиваниях по высоте прикрепления початка / В. И. Жужукин, С. А. Зайцев, Д. П. Волков и др. // Успехи современного естествознания. 2018. № 10. С. 50–55.
- Пакудин В. З. Оценка комбинационной способности линий кукурузы в диаллельных и анализирующих скрещиваниях // Бюлл. ВИР. 1974. № 43. С. 73.
- Палилова А. Н., Желудева В. П. Методы предварительной оценки исходного материала на комбинационную способность // Гетерозис: теория и методы практического использования. Минск: Наука и техника, 1961. С. 204–210.
- Дзюбецький Б. В., Абельмасов О. В. Характеристика тесткросів ранньостиглих ліній кукурудзи плазми Айодент в умовах північної зони степу України // Зернові культури. 2018. Т. 2. № 1. С. 5–13.
- Орлянская Н. А., Орлянская Н. А. Оценка комбинационной способности новых линий кукурузы Европейской кремнистой плазмы // АПК России. 2020. Т. 27. № 4. С. 629–634.
- Лемешев Н. А., Новичихин А. П., Гульняшкин А. В. Оценка новых линий кукурузы на комбинационную способность по признаку «уборочная влажность зерна» // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 77. С. 117–121.
- Методические указания по проведению полевых опытов с кукурузой / Д. С. Филев, В. С. Циков, В.

И. Золотов и др. Днепропетровск: Городская типография № 3. 1980. 54 с.

18. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности / Сост.: В. Г. Вольф, П. П. Литун, А. В. Хавелова и др. Харьков: УНИИРСИГ, 1980. 74 с.

19. Hallauer A. R. Development of corn breeding methods // Proceedings of the XVth Congress of the Maize and Sorghum section of Eucarpia (Baden, Austria, 4-8 June 1990). Baden, 1990. P. 31-71.

Сведения об авторах:

Орлянская Наталья Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства кукурузы;

e-mail: vf-nauka@yandex.ru

Орлянский Николай Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, и. о. директора

Чеботарёв Дмитрий Сергеевич, младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства кукурузы, vf-nauka@mail.ru

Воронежский филиал Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы, Воронежская обл., Россия.

EVALUATION OF COMBINING ABILITY OF CORN INBREDS (S5) DEVELOPED FROM GENETICALLY DIVERSE GERmplasm

Orlyanskaya N.A., Orlyanskiy N.A., Chebotarev D.S.

Abstract. We studied combining ability of new source material with the aim of increasing effectiveness of hybridisation. The article presents the results of evaluation and selection of 33 early maturing inbred lines S5, which were developed by a corn hybrid that originated from a few elite European flint and Lancaster lines, for combining ability. The combining ability studies were conducted using the top-crossing method for grain yield and grain moisture at harvest in 2020 and 2021 in the forest steppe of Voronezh region. The research has shown that grain yield and grain moisture at harvest of the testcrosses had different reactions to environmental conditions. Thus, the average grain yield was 7.84 t/ha with a range of variation from 6.08 to 9.91 t/ha in 2020, the average yield decreased to 5.52 t/ha with fluctuations from 3.53 to 6.99 t/ha in 2021. The grain moisture at harvest was in a range from 15.5 to 25.6 % in 2020 and it was between 14.6 and 19.1 % in 2021, the average grain moisture at harvest was 16.3 %. The studies show that general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) effects varied among environmental conditions. VK 792/12-114 with high general combining ability and low specific combining ability and VK 792/12-45 with high specific combining ability and high and medium general combining ability have practical value for grain yield improvement. The most suitable inbred lines as components of breeding programmes for low grain moisture at harvest are VK 792/12-17 with high general combining ability and specific combining ability and VK 792/12-10, VK 792/12-22 with high general combining ability and high and medium specific combining ability. We found that an inbred line VK 792/12-114 is able to produce high yielding hybrids with low grain moisture at harvest.

Key words: maize (*Zea mays* L.), inbred lines, combining ability, GCA effects, SCA variances.

References

1. Kapustyan MV, Chernobai LN, Sikalova EV. [Analysis of the combination ability of new maize lines of different origin in test crosses]. Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2018; 3. 62-66 p.
2. Krivosheev GYA, Ignat'ev AS. [Combining ability of early maturing self-pollinated maize lines and testers in the system of topcross crossings]. Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2015; 114 (10). <http://ej.kubagro.ru/2015/10pdf/102.pdf>.
3. Kethaisong D, Suriharn B, Tangwongchai R, Lertrat K. Combining ability analysis in complete diallel cross of waxy corn (*Zea mays* var. ceratina) for starch pasting viscosity characteristics. Scientia Horticulturae. 2014; 175. 229-235 p.
4. Sprague GF, Jenkins MT. A comparison of synthetic varieties, multiple crosses and double crosses in corn I. Agronomy Journal. 1943; 35. 137-147p.
5. Yugenkheymer RU. Kukuruz: uluchshenie sortov, proizvodstvo semyan, ispol'zovanie. [Corn: improved varieties, seed production, use]. Moscow: Kolos. 1979; 519 p.
6. Perevyazka DS, Perevyazka NI, Suprunov AI. [Study of the specific combination ability of new early and mid-early autodiploid maize lines]. Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2021; 166 (02). <http://ej.kubagro.ru/2021/02/pdf/08.pdf>.
7. Chiliazhvili IM, Suprunov AI, Slashchev AYU. [The study of combining ability of the new self-pollinated lines of maize in central part of Krasnodar krai]. Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015; 4. 46-49 p.
8. Abel'masov OV. [Breeding evaluation of self-pollinated lines and sister hybrids of maize genetic plasma Iodent]. Zernovi kul'turi. 2017; 1 (1). 35-39 p.
9. Borozan PA, Mustyatsa SI, Spynu VG. [Study of inbred maize lines for combining ability]. Genetika i biotekhnologiya XXI veka: problemy, dostizheniya, perspektivy: Materialy IV mezhd. konf., posvyashch. 55-letiyu osnovaniya Instituta genetiki i citologii NAN Belarusi (Minsk, 3-4 noyabrya 2020 g.). Minsk. 2020; 38 p.
10. Zaytsev SA. [The use of diallel analysis in the study of the combination ability of corn]. Agrarnyj nauchnyy zhurnal. 2020; 8. 16-19 p.
11. Zhuzhukin VI, Zaytsev SA, Volkov DP, Gudova LA. [Evaluation of the combination ability of corn lines in diallel crosses according to the height of attachment of the maize ear]. Uspekhi sovremennoy estestvoznaniya. 2018; 10. 50-55 p.
12. Pakudin VZ. Otsenka kombinatsionnoi sposobnosti linii kukuruzy v diallel'nykh i analiziruyushchikh skreshchivaniyakh [Evaluation of the combination ability of maize lines in diallelic and analyzing crosses]. Byull. VIR. 1974; 43. 73 p.
13. Palilova AN, Zheludeva VP. [Methods for preliminary assessment of the starting material for combining ability]. Geterozis: teoriya i metody prakticheskogo ispol'zovaniya. Minsk: Nauka i tekhnika. 1961. 204-210 p.
14. Dzyubec'kii BV, Abel'masov OV. [Characteristics of test crosses of early maturing Iodent plasma maize lines in the conditions of the northern steppe zone of Ukraine]. Zernovi kul'turi. 2018; 2 (1). 5-13 p. Ukrainian.
15. Orlyanskiy NA, Orlyanskaya NA. Otsenka kombinatsionnoi sposobnosti novykh linii kukuruzy Evropeiskoi kremnistoi plazmy. [Evaluating the combining ability of the new corn lines of European flint plasma]. APK Rossii. 2020; 27 (4). 629-634 p.
16. Lemeshev NA, Novichikhin AP, Gul'nyashkin AV. [Evaluation of new corn lines for combining ability on the basis of 'grain moisture at harvest']. Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; 77. 117-121 p.
17. Filev DS, Tsikov VS, Zolotov VI. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kukuruzoi.

[Guidelines for conducting field experiments with corn]. Dnepropetrovsk: Gorodskaya tipografiya. 3. 1980; 54 p.

18. Vol'f VG, Litun PP, Khavelova AV. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu matematicheskikh metodov dlya analiza eksperimental'nykh dannykh po izucheniyu kombinatsionnoi sposobnosti. [Guidelines for the use of mathematical methods for the analysis of experimental data on the study of combination ability]. Khar'kov. 1980; 74 p.

19. Hallauer AR. Development of corn breeding methods. Proceedings of the XVth Congress of the Maize and Sorghum section of Eucarpia (Baden, Austria, 4-8 June 1990). Baden. 1990; 31-71 p.

Authors:

Orlyanskaya Natalia Alekseevna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, e-mail: vf-nauka@yandex.ru

Orlyansky Nikolay Alekseevich, Doctor of Agricultural Sciences, Director

Chebotarev Dmitry Sergeevich., Junior Researcher; e-mail: vf-nauka@mail.ru

Voronezh branch of the All-Russian Scientific Research Institute of corn/

Voronezh region, Russia

ВЫЖИВАЕМОСТЬ И ЗИМОСТОЙКОСТЬ ГЕНОТИПОВ ORIGANUM VULGARE L. В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ*М. В. Ренёва, В. Г. Губанов, В. М. Губанова*

Реферат. Цель исследований – изучение коллекций душицы обыкновенной на зимостойкость в условиях Северной лесостепи Тюменской области для выделения лучших генотипов. Материалом для исследования послужили 23 образца из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, а также из различных регионов Тюменской области. Опыт заложен в 2017 г. рассадным способом. Полевые исследования проводили в 2017–2019 гг. на опытном поле, расположенном в северной лесостепи. Почва – темно-серая лесная, тяжело-суглинистая, реакция почвенного раствора 5,5...6,8 ед. рН (ГОСТ 26483-85), содержание гумуса – 1,50...4,75 % (ГОСТ 26213-91), P₂O₅ – 7,6...18,0 мг/100 г почвы; K₂O – 8,0...25,7 мг/100 г почвы (ГОСТ 26204-91). Наблюдения и учеты проводили согласно методики Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Метеорологические условия в 2017–2019 гг. значительно отличались от среднегодовых. Зимостойкость 23 генотипов душицы обыкновенной в первый год жизни составляла 68...100 %, на второй год – 94...97 %. Высокие показатели зимостойкости отмечены у генотипа Т-3, потери которого при перезимовке отмечали только на второй год жизни и составили 3 %. Самое большое количество прижившихся растений зафиксировано у генотипов К-1 (94 %), М-2 (93 %), К-2 (93 %), что выше, чем у стандарта, на 8...9 %. Высокий уровень выживаемости растений был отмечен перед уходом в зиму на второй год жизни и весной третьего года жизни – 94...97 %.

Ключевые слова: душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), пряно-ароматические растения, лекарственные растения, эфирные масла, зимостойкость, температура, погодные условия, устойчивость.

Введение. В передовых странах мира интерес к лекарственным растениям никогда не снижался. В Российской Федерации известно более 500 лекарственных растений, многие из которых еще недостаточно изучены [1].

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) – многолетнее травянистое растение из семейства Яснотковые [2]. Цветёт в июле – сентябре [3]. Она произрастает практически везде (кроме Крайнего Севера) среди кустарников, пойменных и лесных лугах, в долинах рек и на опушках лесов, сам вид происходит из стран Средиземного моря [4, 5].

Душица обыкновенная относится к пряно-ароматическим растениям, её так же выращивают как декоративное растение [6, 7]. Она нашла применение в пищевой промышленности, где в качестве приправы, пищевых консервантов и ароматизаторов используют листья и соцветия в сухом и в свежем виде [8, 9]. В парфюмерно-косметической промышленности эфирные масла применяют для ароматизации зубных паст, духов и туалетного мыла [10]. В медицине душица и ее эфирные масла используют в составе грудных сборов, при заболеваниях органов дыхания, при простудах, так же используют для укрепляющего и стимулирующего средства [11]. Душица обыкновенная обладает бактерицидными и антисептическими свойствами [12, 13]. Экстракты растений этой культуры применяют для получения наночастиц серебра, они служат восстановителями и покрывающими агентами [14, 15]. В животноводстве душицу используют в качестве кормовых добавок для повышения продуктивности кур-бройлеров и свиней [16].

В надземной части растений душицы со-

держится до 1,2 % эфирного масла, дубильные вещества, аскорбиновая кислота, флавоноиды и другие вещества, всего 30 компонентов. Она обладает специфическим приятным запахом носителем, которого служит тимол, содержание которого в растениях составляет 16 % [6, 14, 17].

Исследователи ведут активный поиск ценных хозяйственных признаков душицы, как в овощном направлении, так и для получения эфирного масла. За последние годы в госреестре зарегистрировано 20 сортов этой культуры (<https://gossortrf.ru/2021>) и работа продолжается, так как есть спрос на это растение [4, 17, 18].

Стрессовыми факторами для выращивания культуры будут служить условия природно-климатической зоны. К их числу относят химический и механический состав почвы, а также температурный и водный режим. Угнетение растений душицы стрессовыми факторами в вегетационный период приводит не только к снижению урожая, но и ухудшению его качества [19].

Тюменская область относится к зоне рискованного земледелия. Ее климатические условия характеризуются продолжительной зимой, теплым и непродолжительным летом, коротким безморозным периодом [17].

Цель исследований – оценка коллекции и выделение перспективных генотипов с хорошей устойчивостью к вымерзанию в условиях северной лесостепи Тюменской области.

Условия, материалы и методы.

Полевые исследования проводили в 2017–2019 гг. на опытном поле Научно-исследовательского института сельского

Таблица 1 – Выживаемость генотипов *Origanum vulgare* L. в 2017/18 сельскохозяйственном году

Генотип, номер	Количество прижившихся растений		Количество перезимовавших растений	
	шт.	%	шт.	%
Хуторянка (St).	128	85	107	84
А-1	132	88	97	74
А-2	137	91	105	77
А-3	122	81	109	89
Б-1	138	92	99	72
В-1	134	89	118	88
В-2	125	83	108	86
Г-1	128	85	102	80
З-1	130	87	107	82
И-1	134	89	104	78
И-2	132	88	107	81
И-3	126	84	109	87
К-1	141	94	102	72
К-2	139	93	97	70
М-1	126	84	109	87
М-2	140	93	95	68
Н-1	135	90	115	85
С-1	121	81	104	86
Т-1	128	85	108	84
Т-2	126	84	106	83
Т-3	120	80	120	100
Я-1	130	87	100	77
10-(1)	124	83	104	84
НСР ₀₅	2	2	1	3

хозяйства Северного Зауралья – филиала Федерального исследовательского центра Тюменский научный центр Сибирского отделения РАН (пос. Московский, Тюменский район), который расположен в северной лесостепи.

Почва – темно-серая лесная, тяжелосуглинистая. Реакция солевой вытяжки почвенного раствора 5,5...6,8 ед. рН (ГОСТ 26483-85). Содержание гумуса в почве (на абсолютно сухое вещество) составляет 1,50...4,75 % (ГОСТ 26213-91), P₂O₅ – 7,6...18,0 мг/100 г почвы; K₂O – 8,0...25,7 мг/100 г почвы (ГОСТ 26204-91).

Предшественник – чёрный пар, осенью 2017 г. провели глубокую обработку почвы. Весной 2018 г. участок прокультивировали и пробороновали. Высаживали душицу обыкновенную рассадным способом в мае, семена на рассаду высевали в 1 половине марта. В течение вегетации полив не осуществляли.

В годы исследований сложились неодинаковые условия перезимовки. В первый год жизни растений (2017/18 гг.) высота снежного покрова в самые холодные месяцы (декабрь–январь) достигала 26...28 см, минимальная температура воздуха при этом опускалась до -30...-32 °С. На второй год (2018/19) зимние условия были более благоприятными. В декабре–январе высота снежного покрова достигала 41...47 см, минимальная температура воздуха опускалась до -31...-33 °С.

В мае и июне (ГТК=1,48). Июль и август были сухими (ГТК=0,86), май и начало июня –

прохладными с ночными понижениями температуры до 0 °С. Резкое увеличение температуры в среднем выше среднееголетних значений на 2 °С наблюдали во второй декаде июня. В третью декаду июня и июль температура была ниже среднееголетней на 1 °С. В августе и сентябре она находилась на уровне нормы.

В период вегетации 2018 г. влажность почвы составляла 60 % от наименьшей полевой влагоемкости. При среднееголетней величине ГТК=1,31, в этом году он был равен 1,68. Температура в мае и июне составляла 76,3 % от нормы. В июле и августе она была несколько выше среднееголетней. Сумма активных температур составила 1854 °С при норме – 1854 °С.

Материал для исследования – 23 образца, собранных в разных районах юга Тюменской области – Ялуторовском, Голышмановском, Омутинском, Юргинском, Заводоуковском, Тюменский. Стандарт – сорт Хуторянка. Высаживали по 150 растений каждого номера. Питомник заложен по схеме 0,3×0,6 м. Повторность четырехкратная.

Образцы оценивали по одному из самых важных адаптивных признаков – зимостойкости. Процент перезимовавших растений подсчитывали исходя из отношения количества перезимовавших растений к количеству прижившихся (Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 3. М., 1983. 184 с.). Экспериментальные данные обрабатывали методом

дисперсионного анализа (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований. Изд. 6-е. М: Альянс, 2011. 350 с.).

Результаты и обсуждения. Зимостойкость растений в осенне-зимний период – одно из наиболее актуальных свойств в зонах с резко или умеренно континентальным климатом. Особенно страдают растения из-за значительных перепадов температуры осенью и зимой [16].

Зимостойкость выступает лимитирующим условием для успешного прохождения интродукционных испытаний. В результате трехлетних исследований четырех видов рода *Nepeta* L. семейства *Lamiaceae* в условиях открытого грунта Центральной Якутии выявлено, что вид *N. sibirica* не вымерзает, до 10 % растений погибают у видов *N. grandiflora* и *N. mussini*, а вид *N. cataria* вымерзает полностью [20].

В среднетаежной подзоне республики Коми зимостойкость иссопа лекарственного в первый год жизни составляет 50...76 %, во второй-четвертый – 68...95 % [21].

В наших экспериментах зимостойкость растений душицы первого года жизни составила 80...94 %. Самое большое количество прижившихся растений наблюдали у образцов К-1 (94 %), М-2 (93 %), К-2 (93 %), что выше стандартного сорта, на 8...9 %. У образцов Т-3, С-1 и А-3 количество прижившихся растений было ниже стандарта на 4...5 %. Прижи-

ваемость генотипов Г-1 и Т-1 находилась на уровне стандарта и составляла 85 % (табл. 1).

В опытах С. А. Примакова приживаемость растений эстрагона при черенковании составляет 45...50 %, а при делении куста – 60 % [22].

Процент перезимовки в первый год жизни растений варьировал от 68 % до 100 % от числа прижившихся. Высокий уровень зимостойкости наблюдали у генотипа Т-3 (100 %), в то время как у сорта-стандарта Хуторянка он был на 16 % меньше. Наибольшие потери растений при перезимовке отмечены у генотипов К-2 и М-2, что ниже стандартного сорта на 14...16 % и остальных образцов – на 4...32 %. Возобновление весенней вегетации на второй год жизни началось в начале мая. Благоприятные климатические показатели вегетационного периода позволили сохранить 94...97 % растений от числа перезимовавших (табл. 2).

Среди изученных селекционных номеров максимальный процент выживших растений к концу второго года жизни отмечен у генотипа Т-3, у которого величина этого показателя была на 3 % выше стандарта. У генотипов Н-1, В-1, С-1, К-1 и Б-1 доля выживших растений была больше, чем у стандарта, на 2 %. У образцов И-2 и Т-2 отмечен наименьший процент выживших растений к концу вегетации – ниже стандарта на 1 %.

Зимостойкость генотипов составила 94...97 %. Высокий уровень зимостойкости

Таблица 2 – Выживаемость генотипов *Origanum vulgare* L., за 2018/19 сельскохозяйственный год (второй год вегетации)

Генотип, номер	Количество растений в конце второго года вегетации		Перезимовавших растений	
	шт.	%	шт.	%
Хуторянка (St).	102	95	99	97
А-1	93	96	90	97
А-2	101	96	96	95
А-3	104	95	100	96
Б-1	96	97	92	96
В-1	114	97	111	97
В-2	104	96	100	96
Г-1	97	95	93	96
З-1	103	96	98	95
И-1	100	96	97	97
И-2	101	94	95	94
И-3	105	96	100	95
К-1	99	97	95	96
К-2	93	96	88	95
М-1	104	95	100	96
М-2	91	96	87	96
Н-1	112	97	109	97
С-1	101	97	96	95
Т-1	103	95	100	97
Т-2	100	94	96	96
Т-3	118	98	115	97
Я-1	95	95	92	97
10-(1)	100	96	97	97
НСР ₀₅	1	1	2	1

наблюдали у сорта-стандарта Хуторянка и генотипов Ю-1, А-1, Я-1, Н-1, В-1, Т-1, Т-3 – 97 %. У генотипа И-2 она была равна 93 %, что ниже сорта стандарта на 3 %.

Выводы. Таким образом, за период испытаний в сложившихся погодных условиях зимостойкость душицы обыкновенной в первый год жизни составляет 68...100 %, на второй год жизни – 94...97 %. Высокие показатели зимостойкости отмечены у генотипа Т-3,

потери при перезимовке (3 %) которого отмечены только на второй год жизни. Самое большое количество прижившихся растений при посадке зафиксировано у генотипов К-1 (94 %), М-2 (93 %), К-2 (93 %), это выше стандартного сорта на 8...9 %.

Сведения об источнике финансирования: Работа выполнена в рамках государственного задания ТюмНЦ СО РАН по теме № 121041600036-6.

Литература

1. Вишнякова С. В. Жукова М. В. Лекарственные и эфиромасличные растения: учебно-методическое пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. С. 3.
2. Skoufogianni E., Solomou A. D., Danalatos N. G. Ecology, cultivation and utilization of the aromatic Greek oregano (*Origanum vulgare* L.): A review // *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2019. Vol. 47. № 3. P. 545–552. doi: 10.15835/nbha47311296.
3. Lukas B., Novak J. *Origanum vulgare* L. and *Origanum onites* L. (Oregano) / J. Novak, W.D. Blüthner (eds.) // *Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants // Handbook of Plant Breeding*. 2020. Vol 12. Cham.: Springer. P. 419–433 doi: 10.1007/978-3-030-38792-1_12.
4. Семенная продуктивность душицы обыкновенной в условиях культуры / М. Ю. Карпук, А. В. Абрамчук, С. К. Мингалев и др. // *Аграрный вестник Урала*. 2019. №6 (185). С. 9–11.
5. Reneva M., Gubanov V., Gubanova V. Yield and content of essential oils in the common oregano nursery // *BIO Web Conf.* 2021. Vol. 36. С. 01002. https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2021/08/bioconf_fsraaba2021_01002.pdf (дата обращения 02.07.2022 г.). doi:10.1051/bioconf/20213601002
6. Крайнюк Е. С. Лекарственные растения Крыма. Иллюстрированный справочник. Симферополь: Бизнес-Информ, 2018. 512 с
7. Plant-extract-assisted green synthesis of silver nanoparticles using *Origanum vulgare* L. extract and their microbicidal activities / M. R. Shaik, M. Khan, M. Kuniyil, et al. // *Sustainability*. 2018. Vol. 10. No. 4. P. 913–327. doi: 10.3390/su10040913.
8. Ulewicz-Magulska B., Wesolowski M. Total Phenolic Contents and Antioxidant Potential of Herbs Used for Medical and Culinary Purposes // *Plant Foods Hum Nutr.* 2019. Vol. 74. P. 61–67. doi: 10.1007/s11130-018-0699-5.
9. Herbs and Spices- Biomarkers of Intake Based on Human Intervention Studies – A Systematic Review / R. Vazquez-Fresno, A. R. R. Rosana, T. Sajed, et al. // *Genes Nutr.* 2019. Vol. 14. No. 18. URL: <https://rdcu.be/cQPD2> (дата обращения 02.07.2022 г.). doi: 10.1186/s12263-019-0636-8.
10. Сачивко Т. В. Использование показателей компонентного состава эфирных масел для идентификации сорта // *Овощи России*. 2019. № 3. С. 68–73.
11. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В. Использование эфирных масел в медицине, ароматерапии, ветеринарии и растениеводстве (обзор) // *Таврический вестник аграрной науки*. 2018. № 1 (13). С. 16–38. doi: 10.25637/TVAN2018.01.02.
12. Богомолов С. А., Маланкина Е. Л., Козловская Л. Н. Сравнительное изучение некоторых биохимических и морфологических особенностей хемотипов *Origanum vulgare* L. // *Известия ТСХА*. 2018. Вып. 2. С. 77–85.
13. de Torre M.P., Vizmanos J. L., Cavero R. Y. Improvement of antioxidant activity of oregano (*Origanum vulgare* L.) with an oral pharmaceutical form // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2020. Vol. 129. P. 2–6 URL: <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/59576/1/pdf.pdf> (дата обращения 02.07.2022 г.). doi: 10.1016/j.biopha.2020.110424.
14. Nutrizio M., Maltar-Strmečki N., Chemat F. High-Voltage electrical discharges in green extractions of bioactives from oregano leaves (*Origanum vulgare* L.) using water and ethanol as green solvents assessed by theoretical and experimental procedures // *Food Engineering Reviews*. 2021. Vol. 13. No. 1. P. 161–174. doi: 10.1007/s12393-020-09231-2.
15. *Origanum vulgare* L. extract-mediated synthesis of silver nanoparticles, their characterization and antibacterial activities / S. Hambardzumyan, N. Sahakyan, M. Petrosyan, et al. // *AMB Express*. 2020. Vol. 10. No. 1. P. 162. URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/7/3539/pdf?version=1617937876> (дата обращения 02.07.2022 г.). doi: 10.1186/s13568-020-01100-9.
16. Chemical diversity in leaf and stem essential oils of *Origanum vulgare* L. and their effects on microbicidal activities / M. Khan, S. T. Khan, M. Khan et al. // *AMB Expr.* 2019. Vol. 176. No. 9. URL: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/8504/8953/138035> (дата обращения 02.07.2022 г.). doi: 10.1186/s13568-019-0893-3.
17. Губанов В.Г. Зависимость содержания эфирных масел от климатических условий Тюменской области у выделенных образцов *Hyssopus officinalis* и *Origanum vulgare* // *Аграрный вестник Урала*. 2018. № 9 (176). С. 11–15.
18. Сачивко Т.В., Босак В.Н., Наумов М.В. Оценка сортов душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) по основным хозяйственно полезным признакам // *Овощеводство: Сборник научных трудов*. 2019. Т. 27. С. 189–194.
19. Иванов М.Г. Влияние сортовых особенностей на урожайность и качество продукции душицы в различных почвенных условиях Новгородской области // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2011. № 22. С. 61–64.
20. Егорова П. С. К интродукции представителей рода *Nepeta* L. (сем. Lamiaceae) в Центральной Якутии // *Вестник КрасГАУ*. 2019. № 10 (151). С. 10–15.
21. Портнягина Н. В. Рост, развитие и продуктивность *Hyssopus officinalis* L. В среднетаежной подзоне

республики Коми // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2009. № 3 (137). С. 2–5.

22. Примаков С. А. Влияние схем посадки на развитие растений эстрагона при размножении делением кустика и укоренением черенками // Аграрный вестник Урала. 2016. № 08 (150). С. 49–51.

Сведения об авторах:

Ренева Мария Владиславовна¹, младший научный сотрудник лаборатории селекции кормовых культур, m-reneva@mail.ru

Губанов Валерий Германович¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции кормовых культур, Mihail-gubamoff.1987@yandex.ru

¹Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, Тюмень, Россия

Губанова Вера Михайловна², доцент кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве, gubanovavm@gausz.ru

²Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

SURVIVAL AND WINTER HARDINESS OF GENOTYPES OF ORIGANUM VULGARE L. IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE CONDITIONS OF THE TYUMEN REGION

M. V. Reneva, V. G. Gubanov, V. M. Gubanova

Abstract. The aim of the research is to study the collections of oregano for winter hardiness in the conditions of the Northern forest-steppe of the Tyumen region in order to select the best genotypes. The material for the study was 23 specimens of oregano, collection selections were taken from the collection of the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov, as well as from different regions. N.I. Vavilov, as well as from different regions of the Tyumen region. The experiment was planted in 2017 using the seedling method. Field studies were conducted in 2017-2019 in the experimental field of the Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Ural - Branch of the Federal Research Center Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of RAS (Moskovsky settlement, Tyumen district), which is located in the northern forest-steppe. The soil is dark grey forest, heavy loam. The reaction of the soil solution in the salt extract is 5.5...6.8 (GOST 26483-85). Soil humus content (on absolutely dry matter) was 1,50...4,75 % (GOST 26213-91), P2O5 was 7,6...18,0 mg/100 g of soil; K2O was 8,0...25,7 mg/100 g of soil (GOST 26204-91). Observations and records were conducted according to the methodology of the State Crop Variety Test. Meteorological conditions in 2017-2019 varied considerably from the mean annual values. As a result of the analysis of the presented 23 genotypes winter hardiness of oregano in the first year of life is 68...100 %, and in the second year of life 94...97 %. Genotype T-3 has high winter hardiness, while its losses during wintering were recorded only in the second year of life at 3%. The greatest number of rooted plants was recorded for genotypes K-1 (94 %), M-2 (93 %), K-2 (93 %), which was 8...9 % higher than the standard variety. The high level of plant survival was established in genotypes before wintering in the second year of life and in the spring of the third year of life and amounted to 94...97 %.

Keywords: common oregano (*Origanum vulgare* L.), spicy aromatic plants, medicinal plants, esters, winter hardiness, temperature, weather conditions, resistance.

References

1. Vishnyakova S.V. ZHukova M.V. Lekarstvennye i efiromaslichnye rasteniya. [Medicinal and aromatic plants.] Uchebno-metodicheskoe posobie dlya obuchayushchihся ochnoj i zaочноj form obucheniya po special'nosti 35.03.05 «Sadovodstvo»; disciplina «Lekarstvennye i efiromaslichnye rasteniya». Ekaterinburg, 2017. p. 3
2. Skoufogianni E., Solomou A. D., Danalatos N. G. Ecology, cultivation and utilization of the aromatic Greek oregano (*Origanum vulgare* L.): A review //Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. – 2019. – T. 47. – №. 3. – С. 545-552. <https://doi.org/10.15835/nbha47311296>
3. Lukas B., Novak J. *Origanum vulgare* L. and *Origanum onites* L. (Oregano). In: Novak J., Blüthner WD. (eds) Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants. Handbook of Plant Breeding, vol 12 Springer, Cham. (2020) https://doi.org/10.1007/978-3-030-38792-1_12
4. Karpukhin M.Yu., Abramchuk A.V., Mingalev S.K., Saparklycheva S.E. Semennaya produktivnost' dushitsy obyknovенной v usloviyakh kul'tury [Seed productivity of oregano under crop conditions]. // Agrarnyy vestnik Urala. 2019. №6 (185). S.9-11.
5. Reneva M., Gubanov V., Gubanova V. Yield and content of essential oils in the common origanum nursery. BIO Web Conf 36 01002 (2021). DOI: 10.1051/bioconf/20213601002
6. Krainyuk E. S. Lekarstvennye rasteniya Kryma. Illyustrirovannyi spravochnik [Medicinal Plants of the Crimea. Illustrated guidebook]. – Simferopol': Biznes-Infom, 2018. – 512 s
7. Shaik M.R., Khan M., Kuniyil M. et al. Plant-extract-assisted green synthesis of silver nanoparticles using *Origanum vulgare* L. extract and their microbicidal activities //Sustainability. – 2018. – T. 10. – №. 4. – С. 913. <https://doi.org/10.3390/su10040913>
8. Ulewicz-Magulska B., Wesolowski M. Total Phenolic Contents and Antioxidant Potential of Herbs Used for Medicinal and Culinary Purposes. Plant Foods Hum Nutr 74, 61–67 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11130-018-0699-5>
9. Herbs and Spices- Biomarkers of Intake Based on Human Intervention Studies – A Systematic Review / R. Vazquez-Fresno, A. R. R. Rosana, T. Sajed, et al. // Genes Nutr. 2019. Vol. 14. No. 18. doi: 10.1186/s12263-019-0636-8. <https://rdcu.be/cQPD2> (дата обращения 02.07.2022 г.).
10. Sachivko T. V. Ispol'zovanie pokazateley komponentnogo sostava efirnykh масел dlya identifikatsii sorta [the use of essential oil component composition indicators for variety identification. Vegetables of Russia]. Ovoshchi Rossii. – 2019. – № 3. – S. 68-73.
11. Pashetskii V. S., Nevkrytaya N. V. Ispol'zovanie efirnykh масел v meditsine, aromaterapii, veterinarii i rastenievodstve (obzor) // Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki [The use of essential oils in medicine, aromatherapy, veterinary medicine and crop production (review) // Tavricheskiy Vestnik of Agrarian Science]. 2018. № 1 (13). S. 16–38. DOI 10.25637/TVAN2018.01.02.
12. Bogomolov S. A., Malankina E. L., Kozlovskaya L. N. Sravnitel'noe izucheniye nekotorykh biokhimicheskikh i morfologicheskikh osobennostey khemotipov *Origanum vulgare* L [Comparative study of some biochemical and morphological features of *Origanum vulgare* L. chemotypes // Proceedings of the TSKHA]. // Izvestiya TSKhA. – 2018. – Vyp. 2. – S. 77-85.
13. de Torre M.P. Vizmanos J.L., Cavero R.Y. Improvement of antioxidant activity of oregano (*Origanum vulgare* L.)

with an oral pharmaceutical form // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2020. Vol. 129. P. 2-6 doi: 10.1016/j.biopha.2020.110424. <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/59576/1/pdf.pdf> (дата обращения 02.07.2022 г.)

14. Nutrizio M. et al. High-Voltage electrical discharges in green extractions of bioactives from oregano leaves (*Origanum vulgare* L.) using water and ethanol as green solvents assessed by theoretical and experimental procedures // *Food Engineering Reviews*. – 2021. – Т. 13. – №. 1. – С. 161-174. DOI: 10.1007/s12393-020-09231-2.

15. Hambardzumyan S, Sahakyan N, Petrosyan M, et al. *Origanum vulgare* L. extract-mediated synthesis of silver nanoparticles, their characterization and antibacterial activities. *AMB Express*. 2020 Sep 5;10(1):162. doi: 10.1186/s13568-020-011100-9. PMID: 32889670; PMCID: PMC7474311. <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/7/3539/pdf?version=1617937876> (дата обращения 02.07.2022 г.)

16. Khan, M., Khan, S.T., Khan, M. et al. Chemical diversity in leaf and stem essential oils of *Origanum vulgare* L. and their effects on microbicidal activities. *AMB Expr* 9, 176 (2019). <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0893-3>. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/8504/8953/138035> (дата обращения 02.07.2022 г.)

17. Gubanov V. G. Zavisimost' soderzhaniya efirnykh masel ot klimaticheskikh usloviy Tyumenskoy oblasti u vydelennykh obraztsov *Hyssopus officinalis* i *Origanum vulgare* [Dependence of essential oils content on climatic conditions of Tyumen region in isolated samples of *Hyssopus officinalis* and *Origanum vulgare*]. // *Agrarnyy vestnik Urala*. 2018. № 9 (176). S. 2.

18. Sachivko T.V., Bosak V.N., Naumov M.V. Ocenka sortov dushicy obyknovnoy (*Origanum vulgare* L.) po osnovnym hozyajstvenno poleznym priznakam [Evaluation of common oregano (*Origanum vulgare* L.) varieties according to the main economically useful features] // *Ovoshchevodstvo: Sbornik nauchnykh trudov*. 2019. T. 27. S. 189-194.

19. Ivanov M.G. Vliyaniye sortovykh osobennostey na urozhajnost' i kachestvo produkcii dushicy v razlichnykh pochvennykh usloviyakh Novgorodskoy oblasti [Effect of varietal traits on yield and quality of oregano in different soil conditions in Novgorod region] // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2011. № 22. S. 61-64.

20. Egorova P.S. K introdukcii predstavitelej roda *Nepeta* L. (sem. Lamiaceae) v Central'noj YAKutii [Introduction of *Nepeta* L. (Lamiaceae) in Central Yakutia] // *Vestnik KrasGAU*. 2019. № 10 (151). S. 10–15.

21. Portnyagina N.V. Rost, razvitie i produktivnost' *Hyssopus officinalis* L. V srednetaezhnoj podzone respubliky Komi [Growth, development and productivity of *Hyssopus officinalis* L. in the middle taiga subzone of the Komi Republic] // *Vestnik instituta biologii Komi nauchnogo centra Ural'skogo otdeleniya RAN*. 2009. № 3 (137). S. 2–5.

22. Primakov S.A. Vliyaniye skhem posadki na razvitie rasteniy estragona pri razmnozhenii deleniem kusta i ukoreneniem cherenkami [Influence of planting patterns on the development of tarragon plants when propagated by bush division and cuttings] // *Agrarnyy vestnik Urala*. 2016. № 08 (150). S. 49–51.

Authors:

Reneva Maria Vladislavovna¹, junior researcher, m-reneva@mail.ru

Gubanov Valery Germanovich¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher, Mihail-gubamoff.1987@yandex.ru

Gubanova Vera Mihailovna², candidate of agricultural sciences, gubanovavm@gausz.ru

¹Federal State Institution Federal Research Centre Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Tyumen Scientific Centre SB RAS), Tyumen, Russia

²State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

**ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА БИОТРАН НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО
ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Г.В. Сайдяшева, К.Г. Зайцева

Реферат. Исследования с целью изучения влияния регуляторов роста растений на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы проводили в 2019–2021 гг. на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом в Ульяновской области. Оценивали стимулятор роста Биотран, КРП, в сравнении с эталонным препаратом Энергия М. Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов: минеральные удобрения (фактор А) – без удобрений (0), азофоска при посеве (N₁₅P₁₅K₁₅); регуляторы роста для предпосевной обработки семян и однократной обработки вегетирующих растений (фактор В) – без обработки (0), Энергия М (эталон) 4 г/т + 10,0 г/га, Биотран 5 г/т + 5,0 г/га, Биотран 5 г/т + 10,0 г/га. Предпосевную обработку семян проводили вручную методом полусухого протравливания за день до посева, опрыскивание – также вручную ранцевым опрыскивателем в фазе трубкования яровой пшеницы. Высевали сорт Симбирцит. Прибавки урожайности яровой пшеницы были наибольшими в результате применения регулятора роста Биотран в дозе 5 г/т (предпосевная обработка семян) + 10 г/га (опрыскивание растений) во все годы проведения опыта. В среднем за три года урожайность яровой пшеницы при применении этого регулятора роста составила 1,85 т/га на неудобренном фоне и 1,94 т/га – на удобренном. Под действием изучаемых регуляторов роста улучшались технологические и биохимические показатели качества зерна: содержание белка увеличивалось на 0,3...1,4 %, клейковины – на 0,2...1,9 %, натура – на –1...12 г/л.

Ключевые слова: регулятор роста, азофоска, яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), урожайность, качество зерна, Среднее Поволжье.

Введение. Сохранение и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур – задача общенационального значения. На их продуктивность влияет множество факторов, часть из которых не могут регулироваться человеком, в то время как другие факторы (обработка почвы, питание растений, применение средств защиты посевов и др.) обеспечиваются производственной деятельностью [1, 2]. К таким факторам можно отнести внесение минеральных и органических удобрений [3, 4, 5].

В последние годы, наряду с традиционными удобрениями, резко возрос интерес к регуляторам роста. Результаты многочисленных отечественных и зарубежных научных исследований, что их использование представляется эффективным приемом на многих сельскохозяйственных культурах [6, 7, 8].

Проводится много научных изысканий, направленных на выявление действия физиологически активных веществ на различные сельскохозяйственные культуры, определение доз и концентраций растворов ФАВ, сроков и способов обработки семян и посевов [9, 10, 11]. Перспективные приемы применения регуляторов роста – обработка семян перед посевом и опрыскивание вегетирующих растений.

Цель исследований – изучить эффективность действия различных дозировок изучаемых в опыте регуляторов роста и минерального удобрения на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы

Условия, материалы и методы. Закладку полевого мелкоделяночного опыта по изучению действия регуляторов роста Энергия М, КРП (эталон) и Биотран, КРП проводили в лесостепи Среднего Поволжья в 2019–2021 гг.

Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов:

минеральные удобрения (фактор А) – без удобрений (0), азофоска при посеве (N₁₅P₁₅K₁₅);

регуляторы роста для предпосевной обработки семян и однократной обработки вегетирующих растений (фактор В) – без обработки (0), Энергия М (эталон) 4 г/т + 10,0 г/га, Биотран 5 г/т + 5,0 г/га, Биотран 5 г/т + 10,0 г/га.

Предпосевную обработку семян проводили вручную методом полусухого протравливания за день до посева, опрыскивание – также вручную ранцевым опрыскивателем PATRIOT РТ-16 АС в фазе трубкования яровой пшеницы с расходом рабочего раствора из расчета 200 л/га. Высевали сорт Симбирцит. Предшествующая культура – озимая пшеница. Общая площадь делянки составляла 100 м², учётная – 50 м². Расположение делянок систематическое в один ряд. Повторность опыта четырехкратная.

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный тяжелосуглинистый. Перед посевом пшеницы агрохимические показатели почвы были следующими: содержание гумуса по Тюрину – 6,27 %, подвижного фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) по Чирикову – соответственно 235...291 мг/кг (высокое) и 95...138 мг/кг (повышенное), реакция среды (рН_{KCl} по ГОСТ 26483-85) – 6,2...6,9 ед. (близкая к нейтральной).

Агротехника в опыте включала следующие мероприятия: лущение стерни; вспашка на 20...22 см, ранневесеннее боронование, предпосевная культивация, посев, прикатывание посевов. Посев проводили селекционной сеялкой СН-16 с нормой высева 5,5 млн всхожих

Таблица 1 – Выживаемость генотипов *Origanum vulgare* L. в 2017/18 сельскохозяйственном году (первый год вегетации)

Удобрения (фактор А)	Регуляторы роста (фактор В)	Год			Средняя	Прибавка			
		2019	2020	2021		к фону		к абсолютному контролю	
						т/га	%	т/га	%
Без удобрений	без обработки	1,68	1,95	1,74	1,79	-	-	-	-
	Энергия М, КРП	1,70	1,97	1,76	1,81	0,02	1,1	0,02	1,1
	Биотран, КРП	1,71	2,00	1,75	1,82	0,03	1,7	0,03	1,7
	Биотран, КРП	1,74	2,07	1,75	1,85	0,06	3,4	0,06	3,4
	среднее	1,70	1,99	1,75	1,81	0,02	1,7	-	-
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	без обработки	1,80	2,01	1,79	1,86	-	-	0,07	3,9
	Энергия М, КРП	1,84	2,10	1,80	1,91	0,05	2,7	0,12	6,7
	Биотран, КРП	1,83	2,10	1,81	1,91	0,05	2,7	0,12	6,7
	Биотран, КРП	1,87	2,17	1,80	1,94	0,08	6,9	0,20	11,1
	среднее	1,83	2,09	1,80	1,90	0,04	3,1	0,08	4,5
НСР ₀₅					0,06				
	фактор А				0,09				
	фактор В				0,13				
	фактор АВ								

семян на 1 га. Уборку и учет урожая осуществляли комбайном САМПО 500 с последующим пересчетом на 14 %-ную влажность и 100 %-ную чистоту. Определяли следующие технологические и биохимические показатели качества зерна: массу 1000 зерен – по ГОСТ 10842-89, качество клейковины – по ГОСТ 13586.1-68. Содержание белка и клейковины в зерне определяли на анализаторе INFORMAT-IC 9200.

Препарат Энергия М, КРП (эталон) – кремнеорганический регулятор роста растений нового поколения на основе активного кремния. Действующее вещество – 855 г/кг триэтилоксиаммониевой соли ортокрезоксиуксусной кислоты + 95 г/кг хлорметилсилатрана. Препаративная форма – кристаллический порошок. Химический класс – синтетический фитогормон. Способ проникновения – контактный. Преимущества: применим на всех видах сельскохозяйственных культур, экологически безопасен, используется при обработке семян и вегетирующих растений, увеличивает урожайность и качество продукции.

Препарат Биотран, КРП – кремнепротатрановый регулятор роста растений – аналог природного фитогормона. Действующее вещество – 750 г/кг триэтилоксиаммониевой соли ортокрезоксиуксусной кислоты + 150 г/кг хлорметилсилатрана. Химический класс – синтетический фитогормон + кремнийорганические соединения. Способ проникновения – контактный. Преимущества – увеличение урожайности, устойчивость к болезням, качество

доставки питания, повышает устойчивость к болезням [12].

Метеоусловия в годы проведения исследований были различными. 2019 г. характеризовался засушливой погодой за исключением второй декады июля и первой декады августа, когда выпало соответственно 44,6 и 104,3 мм осадков. Благодаря этому гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,9 при норме 1,0. В остальные периоды стояла жаркая погода с дефицитом осадков. В мае 2020 г. метеоусловия были неустойчивыми. В середине месяца температура существенно снижалась, и прохладная погода с дождями разной интенсивности наблюдалась до 25 числа. Количество выпавших за месяц осадков составило 51,9 мм (норма 44,0 мм). Агрометеорологические условия июня, июля и августа были благоприятными для роста и развития сельскохозяйственных культур. ГТК составил 1,3. В 2021 г. вегетационный период характеризовался весенне-летней засушливой погодой. Выпавшие во второй половине мая ливневые осадки оказались непродуктивными. Из-за интенсивно высокого температурного режима рост и развитие яровой пшеницы проходили в ускоренном режиме. ГТК в 2021 г. составил 0,5 при норме 1,0.

Результаты и обсуждения. Данные по урожайности 2019 и 2021 гг. показали низкую эффективность изучаемых в опыте препаратов на яровой пшенице по причине недостаточной обеспеченности почвы влагой (табл. 1).

Метеоусловия 2020 г. обеспечили формирование более высокой урожайности культуры, чем в 2019 и 2021 гг. На неудобренном фоне она составила 1,99 т/га, при внесении азофоски – 2,09 т/га. Наибольшая в опыте урожайность отмечена в результате предпосевной обработки семян в сочетании с опрыскиванием вегетирующих растений в фазе трубкования препаратом Биотран (5 г/т + 10 г/га), как на неудобренном, так и на удобренном фонах – соответственно 2,07 и 2,17 т/га.

В 2019 г. наибольшая урожайность отмечена в тех же вариантах, что и в 2020 г., она составила 1,74 и 1,87 т/га соответственно, средняя урожайность по опыту составила 1,76 т/га, что на 0,28 т/га, или на 16 % ниже, чем в 2020 г.

В самом засушливом 2021 г. при ГТК 0,5 прибавки урожая по вариантам опыта были очень низкими (0,5...1,1 %) либо совсем отсутствовали. Средний сбор зерна на неудобренном фоне был равен 1,75 т/га, а на удобренном возрастал на 0,05 т/га, или на 2,8 %.

В среднем за 3 года применение регуляторов роста Энергия М и Биотран положительно влияло на продуктивность культуры. Прибавки урожайности яровой пшеницы без удобрений варьировала от 0,02 до 0,06 т/га (1,1...3,4 %), на удобренном фоне – от 0,05 до 0,08 т/га (2,7...6,9 %). В варианте с предпосевной обработкой семян и опрыскиванием вегетирующих растений препаратом Биотран, КРП в повышенной концентрации (5 г/т + 10 г/га), продук-

тивность яровой пшеницы была вполне сопоставимой с применением эталонного препарата Энергия М, КРП.

Улучшение условий питания растений вследствие внесения азофоски в дозе 15 кг д.в. и применение для обработки семян и вегетирующих растений регуляторов роста способствовало повышению технологических показателей качества зерна (табл. 2). При этом наибольшее влияние сочетания предпосевной обработки семян и посевов растений регуляторами роста на изменение технологических и биохимических показателей качества зерна яровой пшеницы проявилось на удобренном фоне.

Максимальная в опыте масса 1000 семян за годы исследований была сформирована при достаточной влагообеспеченности (2020 г.), минимальная – в засушливых условиях (2021 г.) растений. Применение регуляторов роста Энергия М и Биотран повышало величину этого показателя, по отношению к контролю, на 0,3...0,5 г, до 36,0...36,2 г. На удобренном фоне масса 1000 семян от применения регуляторов роста возрастала с 36,3 до 37,1 г, или на 0,4...0,8 г.

За период исследований существенного влияния изучаемых препаратов на натуру зерна не выявлено. Однако отмечена тенденция её роста на удобренном фоне на 4...10 г/л, по отношению к неудобренному. Наибольшее в опыте увеличение на 10 г/л отмечено в варианте с применением препарата Биотран, КРП (5 г/т + 10 г/га).

Таблица 2 – Технологические и биохимические показатели качества зерна яровой пшеницы при применении регуляторов роста Энергия М и Биотран (среднее за 2019–2021 гг.)

Удобрения (фактор А)	Регуляторы роста (фактор В)	Масса 1000 зёрен, г	Натура, г/л	Содержание белка, %	Сбор белка, ц/га	Клейковина, %
Без удобрений	без обработки	35,7	723	10,0	1,8	21,0
	Энергия М, КРП	36,1	724	10,3	1,9	21,2
	Биотран, КРП	36,0	724	10,2	1,9	21,2
	Биотран, КРП	36,2	725	10,2	1,9	22,0
	среднее	36,0	724	10,2	1,9	21,4
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	без обработки	36,3	725	10,6	2,0	21,6
	Энергия М, КРП	36,7	729	11,0	2,1	21,9
	Биотран, КРП	36,7	730	10,8	2,1	22,5
	Биотран, КРП	37,1	735	11,4	2,2	22,9
	среднее	36,7	730	10,9	2,1	22,2
НСР ₀₅	фактор А	0,43	1,4	0,1		0,27
	фактор В	0,57	2,0	0,2		0,39
	фактор АВ	0,59	2,8	0,2		0,55

Количество белка в зерне яровой пшеницы в годы исследований варьировало от 10,0 до 11,4 %. При благоприятных метеоусловиях (2020 г.) отмечали самое низкое содержание белка и клейковины. В засушливых условиях 2019 и 2021 гг. количество белка в зерне достигало 11,9...12,1 %, клейковины – 23,0...23,7 %.

При использовании регуляторов роста (Энергия М, КРП и Биотран, КРП) содержание белка в зерне на удобренном фоне составляло 10,2...10,3 %, на удобренном – 10,8...11,4 %. По мере увеличения концентрации препарата Биотран, КРП (5 г/т + 10 г/га) содержание белка на удобренном фоне повышалось до 11,4 %, или на 7,5 %, по отношению к контролю.

Под влиянием регуляторов роста и удобрений массовая доля клейковины возрастала на 1,9 %. Максимальное в опыте её содержание в зерне отмечено при сочетании азотоса с регулятором роста Биотран в дозе 5 г/т + 10,0 г/га – 22,9 %. Это на 1,9 % выше, чем в контрольном варианте.

Выводы. Эффективность регуляторов роста Энергия М, КРП и Биотран, КРП в большей степени зависела от погодных условий, складывающихся в годы проведения исследований. Наиболее эффективным приёмом оказалось использование стимулятора роста Биотран в дозе 5 г/т + 10 г/га совместно с азотоса, обеспечившее наибольшую в среднем за 3 года урожайность 1,94 т/га и формирование зерна с натурной массой 735 г/л, содержанием белка 11,4 %, клейковины – 22,9 %.

Литература

1. Кузина Е. В. Влияние обработки почвы на физические свойства чернозёмов, влагообеспеченность посевов и урожайность яровой пшеницы // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3 (381). С. 40–43. doi: 10.24412/2587-6740-2021-3-40-43.
2. Влияние фунгицидной обработки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / И. Д. Фадеева, И. Н. Газизов, Ф. Ф. Курмакаев и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 2 (62). С. 49–54. doi: 10.12737/2073-0462-2021-49-54.
3. Чуян Н. А., Брескина Г. М., Кузнецов А. В. Изменение биологической активности чернозёма типичного от действия биопрепаратов и минеральных удобрений // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 1 (379). С. 12–16. doi: 10.24414/2587-6740-2021-12-16.
4. Махмудова Э. П. Влияние минеральных удобрений, вносимых на фоне органических, на урожайность и качество клубней картофеля // Почвоведение и агрохимия. 2019. № 3. С. 52–60.
5. Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы / И. В. Понкратенкова, А. Ю. Гаврилова, Г. Е. Мёрзлая и др. // Достижение науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 12. С. 31–33. doi:10.24411/0235-2451-2018-11208.
6. Effects of presowing seed treatments with micronutrients on growth parameters of Raya / M. Arshad Ullah, M. Sarfraz, M. Sadig, et al. // Asian Journal of Plant Sciences. 2012. No. 1 (1). P. 22–23.
7. Шаповал О. А., Можарова И. П., Коршунов А. А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 16–20.
8. Esther O. J., Hong T. X., Hui G. C. Influence of straw degrading microbial compound on wheat straw decomposition and soil biological properties // African Journal of Microbiology Research. 2013. Vol. 7 (28). P. 3597–3605.
9. Barnabas B., Jager K., Feher A. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals // Plant Cell Environ. 2008. Vol. 1. P. 11–38.
10. Данилов А. В. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество продукции зерновых культур // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2017. Т. 3. № 1 (9). С. 28–32.
11. Регуляторы роста растений в агротехнологиях основных сельскохозяйственных культур. Монография / О. А. Шаповал, И. П. Можарова, А. А. Барчуков и др. М.: ВНИИА, 2015. 348 с/
12. Справочник пестицидов и агрохимикатов – Agro XXI. URL: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook> (дата обращения 10.04.2022).

Сведения об авторах:

Сайдяшева Галина Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией агрохимии, e-mail: galina_83@list.ru.

Зайцева Ксения Геннадиевна – младший научный сотрудник лаборатории агрохимии, e-mail: kseniazajceva393@gmail.com.

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. С. Немцева – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Ульяновская область, Ульяновский район, пос. Тимирязевский, Россия.

INFLUENCE OF BIOTRAN ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN IN THE MIDDLE VOLGA REGION Saydyasheva G.V., Zaytseva K.G

Abstract. An experiment to study the effect of plant growth regulators Biotran and Energia M on spring wheat yield was carried out in Ulyanovsk region at the experimental site of Ulyanovsk Research Institute of Agriculture - a branch of the Samsra Scientific Center of the Russian Academy of Sciences in 2019-2021. The influence of the studied preparations on the yield data and quality indicators of spring wheat grain was studied. It was established that the use of growth regulators studied in the experiment had a positive effect on the grain yield and its quality. The effective doses of the studied preparations were determined. The following were used in the experiment: growth stimulants - Energy M (standard), Biotran and a complex mineral fertilizer (Azofoska at a dose of 15 kg AI). Spring wheat cultivar Simbirtsit was sown as the studied crop. The soil of the experimental plot is represented by leached, heavy loamy chernozem. The scheme

of the experiment involved the study of the following options: mineral fertilizers (factor A) - without fertilizers (0), azo-phoska during sowing (N15P15K15); growth regulators for pre-sowing treatment of seeds and single treatment of vegetative plants (factor B) - without treatment (0), Energy M (standard) 4 g/t + 10.0 g/ha, Biotran 5 g/t + 5.0 g/ha, Biotran 5 g/t + 10.0 g/ha. Pre-sowing treatment of seeds was carried out manually by the method of semidry dressing the day before sowing, with dosages recommended by the manufacturer. Spraying was carried out manually with a knapsack sprayer during the budding phase of spring wheat. The results of the research found that the increase in spring wheat yield was the largest in the variant with the use of the Biotran growth regulator at a dosage of 5 g/t (presowing seed treatment) + 10 g/ha (spraying) in all years of the experiment. On average, for three years in this variant, the yield was 1.85 t/ha against the background without the use of fertilizers and 1.94 t/ha against the fertilized background. Under the influence of the studied growth regulators, the technological and biochemical parameters of grain improved: the protein content in the grain increased by 0.3-1.4%, gluten by 0.2-1.9%, nature by 1-12 g/l.

Keywords: growth regulator, Azofoska, spring wheat, productivity, grain quality, Middle Volga region.

References

1. Kuzina EV. [Influence of tillage on physical properties of chernozems, moisture supply of crops and productivity of spring wheat]. *Mezhdunarodnyj selskhozaystvennyj zhurnal*. 2021; 3 (381). 40-43 p. doi: 10.24412/2587-6740-2021-3-40-43.
2. Fadeeva ID, Gazizov IN, Kurmakaev F.F. [Influence of fungicidal treatment on the yield and quality of winter wheat grain]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; Vol.16. 2 (62). 49-54 p. doi: 10.12737/2073-0462-2021-49-54.
3. CHuyan NA, Breskina GM, Kuznecov AV. [Changes in the biological activity of typical chernozem from the action of biological products and mineral fertilizers]. *Mezhdunarodnyj selskhozaystvennyj zhurnal*. 2021; 1(379). 12-16. p. doi: 10.24414/2587-6740-2021-12-16.
4. Mahmudova EP. [Influence of mineral fertilizers applied against the background of organic fertilizers on the yield and quality of potato tubers] *Pochvovedenie i agrohimiya*. 2019; 3. 52-60 p.
5. Ponkratenkova IV, Gavrilova AYU, Merzlaya GE. [Effect of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of spring wheat]. *Dostizhenie nauki i tekhniki APK*. 2018; Vol.32. 12. 31-33 p. doi: 10.24411/0235-2451-2018-11208.
6. Arshad Ullah M, Sarfraz M, Sadig M. [Effects of presowing seed treatments with micronutrients on growth parameters of Raya]. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2012; 1 (1). 22-23 p.
7. Shapoval OA, Mozharova IP, Korshunov AA. [Plant growth regulators in agricultural technologies]. *Zashchita i karantin rastenij*. 2014; 6. 16-20 p.
8. Esther OJ, Hong TX, Hui GC. [Influence of straw degrading microbial compound on wheat straw decomposition and soil biological properties]. *African Journal of Microbiology Research*. 2013; Vol. 7 (28). 3597-3605 p.
9. Barnabas B, Jager K, Feher A. [The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals]. *Plant Cell Environ*. 2008; 1. 11-38 p.
10. Danilov A.V. [The influence of growth stimulants on the yield and quality of grain crops]. *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Selskhozaystvennyye nauki. Ekonomicheskie nauki*. 2017; Vol. 3. 1(9). 28-32 p.
11. Shapoval OA, Mozharova IP, Barchukov AA. *Regulatory rosta rastenij v agrotekhnologiyah osnovnyh sel'skhozaystvennyh kul'tur. Monografiya*. [Plant growth regulators in agrotechnologies of major agricultural crops. Monograph]. Moscow: VNIIA. 2015; 348 p.
12. Handbook of pesticides and agrochemicals. [Internet]. Agro XXI. [cited 2022 April 10]. Available from: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook>.

Authors:

Saydyasheva Galina Vladimirovna – Ph.D. of Agricultural sciences, Head of Agrochemistry laboratory, e-mail: galina_83@list.ru.

Zaytseva Kseniya Gennadievna – Junior researcher, Agrochemistry Laboratory, e-mail: kseniazajceva393@gmail.com.

Ulyanovsk Scientific Research Institute of Agriculture named after N.S.Nemtsev - branch of Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Region, Ulyanovsk District, pos. Timiryazevsky, Russia.

**ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ МЕЛИОРАЦИЯ В
РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН****М.М. Хисматуллин, А.Р. Валиев, М.М. Хисматуллин,
Ф.Н. Мухаметгалиев, Н.М. Асадуллин, Уллах Рахим**

Реферат. Одна из наиболее острых проблем земледелия в Республике Татарстан в современных условиях – прогрессирующая деградация почвенного покрова. С каждым годом увеличиваются масштабы водной эрозии, нанося огромный ущерб не только сельскому хозяйству, но и большим и малым рекам региона. Территория республики характеризуется большой расчлененностью, что служит базисом эрозии почв. Исследования проводили с целью анализа влияния эрозии почв на эффективность сельскохозяйственного производства и разработки научно-обоснованных мер борьбы с эрозией почв в земледелии Республики Татарстан. В целом по субъекту Федерации проведение противоэрозионных работ необходимо на площади более 2 млн га сельскохозяйственных угодий. В год весенними талыми водами и в результате ливневых стоков в среднем с 1 га пашни смывается до 22 т плодородной почвы, что приводит к ежегодной потере в масштабе Республики Татарстан до 700 тыс. т гумуса. Это сравнимо с внесением 10 млн т органических удобрений. Комплекс противоэрозионных мероприятий в зависимости от рельефа и объективных условий местности включает организационно-хозяйственные, агро-мелиоративные, лесомелиоративные и гидромелиоративные работы, которые обеспечивают эффективное регулирование стока ливневых и талых вод, увеличивают запас влаги в почвенном покрове и уменьшают смыв плодородного слоя почвы, предотвращают появление новых и расширение и распространение существующих очагов эрозии и тем самым способствуют повышению плодородия сельскохозяйственных угодий. Так в ходе проведенных научных исследований установлено, что в среднем по Республике Татарстан один комплекс противоэрозионных мероприятий защищает до 120 га земель от дальнейшего развития эрозионных процессов. Стоимость комплекса противоэрозионных мероприятий, включая противоэрозионный пруд – 2,5 млн руб., срок окупаемости составляет 2 года.

Ключевые слова: экономическая эффективность, эрозия почв, противоэрозионные мероприятия, экология, агролесомелиорация.

Введение. Эффективность функционирования агропромышленного комплекса зависит не только от предпринимательской активности и способности субъектов, хозяйствующих на земле, но и от состояния факторов сельскохозяйственного производства. Земля была, есть, будет главным богатством любой страны мира [1, 2, 3], поэтому создание системы эффективного, экономного землепользования по важности и актуальности должно стоять на одном из ведущих мест в политической и социально-экономической жизни Российской Федерации, в том числе Республики Татарстан.

К сожалению, продуктивность и способность почв к самовосстановлению в последние годы значительно снизилось. Отчуждение питательных веществ с урожаем, дегумификация и эрозия почв, увеличение антропогенной нагрузки, высокая распаханность сельскохозяйственных угодий приводят к разрушению природных ландшафтов и экосистем [4, 5, 6].

Оросительная и осушительная мелиорация, культуртехнические и противоэрозионные работы в сочетании с агрохимическими мероприятиями относятся к важнейшим факторам обеспечения высокой эффективности сельского хозяйства, а также воспроизводства плодородия почв [7, 8].

Исследования проводились с целью анализа современного состояния развития эрозий почв ее негативное влияние на природу в

Республике Татарстан и разработки научно-обоснованных и экономически эффективных предложений и рекомендаций по борьбе с различными ее видами.

Условия, материалы и методы. Методологической основой исследования выступает системный анализ, в пределах которого применены следующие подходы: конструктивный, детерминированный, ретроспективный, статистический.

В ходе исследования применяли монографический, абстрактно-логический, расчетно-конструктивный, экономико-статистические методы.

В основу теоретико-методологической базы легли труды отечественных ученых и практиков А.А. Зотова в части защиты почв от эрозии и повышения их плодородия, природоохранной роли сенокосов и пастбищ [9], Ф.Н. Сафиоллина по вопросам системы мелиоративного земледелия в Республике Татарстан [10], В.Г. Гребенникова, И.А. Шипилова, Г.С. Миннулин в вопросах применения многолетних трав как фактора защиты почв от эрозии и повышения почвенного плодородия [11, 12], Д.И. Файзрахманова рассматривающего организационно-экономические аспекты повышения эффективности противоэрозионной мелиорации [13], В.А. Аксанова изучившего состав почвенного покрова и ее влияние на устойчивость почвенной эрозии в Республике Татарстан [14], международные и



Рис. 1 – Гидротехнические сооружения в Республике Татарстан

отечественные правовые нормы, регулирующие отношения, возникающие в процессе осуществления противоэрозионных работ, реализации аграрной политики [15].

Информационной базой исследования послужили официальные данные Федеральной службы государственной статистики, Министерства сельского хозяйства РФ, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, Федерального государственного учреждения «Управление Татмелиоводхоз», плановые и отчетные документы сельскохозяйственных организаций, материалы научных конференций, материалы, содержащиеся в монографиях, отчетах НИИ, данные, полученные в ходе авторского анализа и расчетов.

Результаты и обсуждения. Под воздействием природно-климатических и антропогенных факторов с каждым годом увеличиваются масштабы водной эрозии, которые наносят огромный ущерб не только сельскому хозяйству, но и большому и малым рекам (экологии) региона. Территория Республики (РТ) Татарстан характеризуется большой расчлененностью, что служит базисом эрозии почв. Ее развитию способствует такой фактор, как высокая степень распаханности сельхозугодий (76,6 %) и низкая облесенность пашни (3,3 %, при оптимальных значениях 4,7...7,0 %).

Масштабы водной эрозии, прогрессирующая деградация почвенного покрова и ущерб, наносимый эрозионными процессами для сельского хозяйства республики достигли внушительных размеров. Так, в Татарстане насчитывается более 21 тыс. действующих оврагов, суммарная длина которых превышает 29 тыс. километров. В результате размыва плодородного слоя почвы ежегодно выводится из оборота более 1 тыс. га сельхозугодий [16].

По сравнению с 1960 годом только по причине эрозии почв площадь пашни в Республике Татарстан уменьшилась на 247,5 тыс. гекта-

ров - это территория трех районов Республики.

Площади сельскохозяйственных угодий, подверженные водной эрозии, увеличились на 925 тыс. га, количество действующих вершин оврагов на 7450 шт., они занимают площадь в 114 тыс. га [17].

По оценкам экспертной комиссии в составе специалистов Министерства сельского хозяйства и продовольствия и Министерства экологии Республики Татарстан в Республике требуют проведения противоэрозионных работ более 2 млн. га сельскохозяйственных угодий, установлено, что в год весенними талыми водами и в результате ливневых стоков в среднем с каждого га пашни смывается до 22 тонн плодородной почвы, что приводит к потере гумуса в масштабе Республики Татарстан до 700 тыс. тонн ежегодно. Это сравнимо с внесением 10 млн. тонн органических удобрений. Другими словами, почти половина вносимых минеральных туков расходуется на покрытие потерь от смыва [18].

Площадь эрозионно-опасных земель сельскохозяйственного назначения составляет 2263,2 тыс. га., из них процессам водной эрозии подвержено 1390 тыс. га пашни – 42 %, в том числе сильной степени – 6,7 %, средней – 254, слабой – 1129 тыс. га. Насчитывается 21 тысяч оврагов общей протяженностью более 29 тыс. км, из которых более 21 тыс. км приходится на акваторию реки Волга [19].

В Республике Татарстан свыше 70 % площади сельхозугодий расположено на склонах различной крутизны: в том числе пашни на склонах крутизной:

до 1 градуса – 42,4 %, 1–3 градуса – 52,0 %, 3–5 градусов – 5,6 %.

По мнению ряда авторов, [20, 21, 22] положительную роль в уменьшении эрозионных процессов играет строительство противоэрозионных сооружений мелиоративного назначения, часть которых в свою очередь являются источником воды для орошаемых земель.

В Республике Татарстан в разные годы построено и введено в эксплуатацию более 880 противозерозионных и мелиоративных гидротехнических сооружений (плотин) общим объемом более 360 млн. м³ (полезный - 283,6 млн. м³). Основная часть гидротехнических сооружений построены согласно утвержденным проектно-сметным документациям с учетом объема накопления воды: до 500 тыс. м³ - 395 шт.; до 1 млн м³ - 166 шт.; более 1 млн м³ - 78 шт. [26]. Татарстан занимает первое место среди регионов Поволжского федерального округа по общей площади озёр и водохранилищ. Кроме мелиоративных целей и обводнения территорий они служат надежным средством, призванным улучшить экологическую ситуацию в бассейне рек Волжского бассейна за счет сокращения не менее чем на 80 % объема диффузионных стоков, вызванных эрозионными процессами на склоновых землях сельскохозяйственного назначения.

По данным органов государственной статистики, за период с 1968 г. на территории республики по естественным и антропогенным причинам, в том числе вследствие заиления, исчезло 1681 водоемов. Наиболее активному заилению подвергаются пруды и озера, построенные путем запруживания оврагов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения, подверженных эрозионному смыву. На них скорость заиления достигает 10

-50 мм в год, что значительно выше средней величины осадконакопления, характерной для территории Республики Татарстан [23].

С 2013 года в рамках реализации долгосрочной республиканской целевой программы по капитальному ремонту гидротехнических сооружений приведены в нормативное техническое состояние более 450 прудов из имеющихся 887 сооружений (рис. 1), в них аккумулируется более 150 млн. м³ воды, это так же позволяет сохранить сельскохозяйственные земли от воздействий водной эрозии на площади 44,7 тыс. га. Посредством проведения ремонтно-восстановительных работ достигнуто повышение технической надежности и устойчивости гидротехнических сооружений, снижение угрозы возникновения аварийных ситуаций на плотинах во время весеннего пропуска паводковых вод через гидротехнические сооружения, обеспечена защита населения и объектов, попадающих в зону возможного затопления [18].

Эффективность противозерозионных мероприятий представляет собой укрупненную оценку экологического и экономического ущерба, предотвращенного в результате реализации природоохранных противозерозионных мероприятий. Экологический эффект (предотвращенный экологический ущерб) определяется в зависимости от степени снижения интенсивности указанных выше

Рис. 2 – Посадка полезащитных лесонасаждений на склонах

Таблица 1 – Финансовое обеспечение реализации мелиоративных программ в Республике Татарстан в 2018–2020 гг.



Направление финансирования	Год			
	2018	2019	2020	Всего
На строительство, реконструкцию мелиоративных систем и гидротехнических сооружений из бюджета РФ на федеральные объекты млн. руб.	142,1	113,0	117,7	372,8
Капитальный ремонт прудов и гидротехнических сооружений из бюджета РТ, млн. руб.	92,7	58,1	89,8	240,6
Строительство, реконструкция и капитальный ремонт орошаемых и осушаемых земель, млн. руб.	62,3	46,9	70,2	179,4
Создание противозерозионных и полевых лесных насаждений, млн. руб.	150	186,5	150	486,5
Всего привлечено в мелиорацию	447,1	404,5	427,7	1279,3

Источник: таблица составлена авторами на основе анализа внутренних документов ФГБУ «Управление «Татмелиоводхоз».

негативных процессов, в результате реализации противоэрозионных мероприятий. Экономический эффект от реализации одного комплекса противоэрозионных мероприятий в комплексе с почвоохранными работами защищает в среднем до 120 га земель от дальнейшего развития эрозионных процессов.

Стоимость комплекса противоэрозионных мероприятий включая противоэрозионный пруд составляет – 2,5 млн. руб.

Стоимость продукции с сохраненной пашни 120 га при урожайности 30 ц зерна с 1 га. составляет 5,4 млн. руб. в год. Прибыль, полученная от возделывания популярной культуры – пшеницы с площади 120 гектаров позволяет окупить затраты на комплекс противоэрозионных мероприятий в течении двух лет.

Одним из доказавших свою эффективность методов снижения эрозионных процессов является – агролесомелиорация. В Республике Татарстане защитное лесоразведение рассматривается как важный прием государственной стратегии сохранения окружающей среды, рационального использования и приумножения природно-ресурсного потенциала республики, а также как одно из основных средств сохранения и повышения плодородия почв. В рамках реализации целевых программ по развитию мелиорации в республике проводятся агролесомелиоративные работы: ежегодно высаживаются более 3 тыс. га защитных полос. За 2011-2021 в республике привлечено на агролесомелиорацию 1 675 млн. рублей инвестиций, посажено защитных лесополос на площади 29,3 тыс. га. Это позволило защитить от водной и ветровой эрозии сельхозземель на площади более 130 тыс. га, образуя противодеградационный экологический каркас территории. (рис. 2, табл. 1).

Развитию агролесомелиорации в Татарстане обращается особое внимание. Так, в республике функционируют 50 лесных питомников, и уникальный лесной селекционно-семеноводческий центр в Сабинском районе, который является крупнейшим автоматизированным питомником в Европе, где одними из первых в России приступили к работе по созданию посадочного материала собственного производства, с улучшенными наследственными свойствами, полученными вегетативным путем. В питомниках региона ежегодно выращивается свыше 35 млн шт. стандартного посадочного материала, в том числе более 12 млн. семян с закрытой корневой системой в Сабинском семеноводческом центре, процент приживаемости которых достигает до 95-99 %.

В то же время в республике имеется объективная необходимость продолжения восстановительных работ на гидротехнических сооружениях, так как на многих сооружениях сохраняются риски возникновения чрезвычайных ситуаций, обусловленных разрушением плотин и подтоплением близлежащих территорий. Кроме того, серьезным загрязнителем

природы, в том числе рек, является применение пестицидов и минеральных удобрений. По республике на сельхозугодьях ежегодно применяется около 2 тыс. тонн ядохимикатов и более 190 тыс. т. в действующем веществе (д.в.) минеральных удобрений. Кроме предотвращения заиления рек, противоэрозионные сооружения задерживают сток химикатов и пестицидов, применяемых в сельскохозяйственных формированиях.

Так, по итогам совместной инвентаризации МЧС Республики Татарстан и специалистами Минсельхозпрода Республики Татарстан и компании «Татмелиорация» на 01.01.2021 года проведения ремонтных работ требуют дополнительно 160 гидротехнических сооружений (ГТС). По экспертным оценкам для приведения их в нормативное состояние требуется более 840 млн. рублей средств в текущих ценах.

Вызывает так же тревогу факт заиления многих водоемов и развитие в связи с этим процессов деградации водного объекта, что обуславливает необходимость их очистки от донных отложений.

Проведённые исследования свидетельствуют, что низко плодородные земли Предкамской зоны, наиболее подверженные эрозии, могут быть защищены правильным подбором и возделыванием бобово-злаковых многолетних трав в широких масштабах. В этом случае создается возможность прекращения развития эрозионных процессов, коренного улучшения плодородия и структурности серо-лесных, светло-серых, дерново-подзолистых, темно-серых почв анализируемого региона [24, 25]. Данный метод борьбы с проявлениями эрозии почв является менее затратным и доступным для широкого круга сельскохозяйственных формирований, а также способствует снижению отрицательного влияния засухи на результативность хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций, что позволяет повысить экономическую эффективность сельскохозяйственного производства как в растениеводстве, так и в животноводстве [26, 27].

Выводы. Сельскохозяйственное производство в Республики Татарстан осуществляется в условиях рискованного земледелия и жесткой конкурентной борьбы, кроме того аграрии и экологи в современных условиях столкнулись с не менее важной проблемой – прогрессирующей деградацией почвенного покрова, масштабы которой могут стать катастрофическими. В год весенними тальми водами и в результате ливневых стоков в среднем с 1 га пашни смывается до 22 т плодородной почвы, что приводит к ежегодной потере в масштабе Республики Татарстан до 700 тыс. т гумуса. Это сравнимо с внесением 10 млн т органических удобрений.

В сложившихся современных экономических и геополитических реалиях, на наш взгляд, мелиорация земель позволяет создать

комплекс благоприятных природных условий на обширных территориях, направленных на улучшение агроклиматических, гидрологических, и почвенных условий сельскохозяйственных земель, способствующий сохранению площадей и качества почвенного покрова основного фактора аграрного производства – земли, повысить отдачу через получение стабильных, высоких урожаев возделываемых сельскохозяйственных культур.

Однако мелиорация является капиталоемкой отраслью, поэтому большинство хозяйств не в состоянии самостоятельно создавать и содержать защитные лесополосы, производить дорогостоящий ремонт изношенного мелиоративного оборудования и расплачиваться с эксплуатационными организациями за выполненные ремонтные работы, и с энергетиками за потребленную насосными станциями электроэнергию. Поэтому для получения максимальной отдачи от мелиорированных угодий и стимулирования высокоэффективной и наиболее полной их эксплуатации было бы целесообразно предусмотреть в рамках целевых программ механизмы субсидирования из консолидированного бюджета затрат на текущий ремонт, эксплуатацию и полив сельхозкультур на орошаемых землях, а также механизмы стимулирования государством реализации комплекса мер по противоэрозийной мелиорации. В этом отношении считаем интересен опыт Татарстана, где субсидируется 60 % затрат на подачу воды и электроэнергию, а противоэрозийные лесополосы создаются полностью за счет республиканского бюджета.

Для повышения технической надежности и устойчивости гидротехнических сооружений, находящихся в предаварийном и аварийном

состоянии, считаем целесообразным включить в программу по защите Волги мероприятий по ремонту и очистке от донных отложений гидротехнических сооружений, расположенных на ее акватории и комплекс реабилитационных мероприятий, направленных на восстановление экологического статуса данного водоема.

В целях существенного уменьшения загрязненных паводковых стоков и закрепления точек роста оврагов считаем так же важным предусмотреть в программе строительство новых противоэрозийных сооружений на овражно-балочных системах, расположенных в бассейне Волги. Строительство противоэрозийных гидросооружений позволит обеспечить водой для орошения около 57 тыс. га пашни. Для обеспечения населения Республики Татарстан продуктами растениеводства необходимо площади орошаемых земель расширить до 100 тыс. га.

Учитывая это, считаем необходимым включить в Федеральный проект «Оздоровление Волги» мероприятия по созданию ежегодно не менее 5 тыс. га защитных лесных полос, облесение оврагов, крутых склонов, расположенных в зоне акватории Волги с ежегодным финансированием по 300 млн. рублей. Реализация предлагаемых мероприятий не только обеспечит сохранение и повышение плодородия основного фактора сельскохозяйственного производства – почвенного покрова земли, но и восстановление реки Волги, а также будут способствовать улучшению экологической ситуации в Поволжье, развитию аграрного производства, сокращению выбытия сельскохозяйственных угодий.

Литература

1. Оценка продовольственной безопасности России / Зиганшин Б.Г., Сафиуллин И.Н., Амирова Э.Ф., [и др.]. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 2(62). С. 124-132.
2. Ф. Н. Сафиоллин Научное обеспечение инновационного развития мелиоративного земледелия в Республике Татарстан /Ф.Н. Сафиоллин. – Казань: ООО ПК "Астор и Я", 2022. - 209 с.
3. Исайчева Е.С. Хафизов Д.Ф., Хисматуллин М.М. Развитие форм хозяйствования в аграрной сфере за 20 лет реформирования экономики // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2011. Т. 6. № 1(19). С. 82-84.
4. Хафизов Д.Ф., Исайчева Е.С., Хисматуллин М.М. Современные тенденции в развитии форм хозяйствования в сельском хозяйстве // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 5. № 3(17). С. 77-78.
5. Сочнева С.В., Сафиоллин Ф.Н., Миннуллин Г.С. Фоны минерального питания люцерновых агроценозов и урожайность последующей культуры полевого севооборота - яровой пшеницы ЭКАДА 70 на серых лесных почвах Республики Татарстан // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 29-33.
6. Мухаметгалиев, Ф.Н. Хисматуллин М.М., Хисамов Р.Г. Лизинг техники и технологий как инструмент развития агропромышленного производства // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 2(36). С. 31-35.
7. Хисматуллин Марс М. Агроэнергетическая и экономическая эффективность поверхностного улучшения пойменных лугов / М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 5. № 1(15). С. 120-122.
8. Хисматуллин, Марс М. Ресурсосберегающие приемы поверхностного улучшения пойменных лугов лесостепи Поволжья / М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 5. № 1(15). С. 123-125.
9. Улучшение и использование пойменных лугов: под общей редакцией доктора сельскохозяйственных наук А.А. Зотова, члена-корреспондента РАСХН В. / А. А. Зотов, В. М. Косолапов, Н. В. Панферов [и др.]. – Москва: Российская академия сельскохозяйственных наук, 2013. - 690 с.
10. Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин М.М. Система мелиоративного земледелия в Республике Татарстан (общие вопросы мелиорации земель и особенности возделывания сельскохозяйственных культур на поливе): монография. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. 318 с.

11. Шипилов И. А., Гребенников В. Г. Многолетние травы как фактор защиты почв от эрозии и повышения почвенного плодородия каштановых почв. Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2010. Т. 3. № 1. С. 68-71.
12. Миннуллин Г.С., Вафина Л.Т., Сафиоллин Ф.Н. Химический состав и питательность кормов из многолетних трав в зависимости от фона минерального питания и сроков их уборки // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2011. Т. 6. № 1(19). С. 160-162.
13. Файзрахманов, Д.И., Мухаметгалиев Ф.Н., Валиев А.Р. и др. Организационно-экономические аспекты повышения эффективности аграрного бизнеса: монография. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2021. 376 с.
14. Аксанов, В.А., Алиев Ш.А. Состав почвенного покрова и агрохимическое обследование почв Республики Татарстан // Пути мобилизации биологических ресурсов повышения продуктивности пашни, энергоресурсосбережения и производства конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции. – Казань: Фолиант, 2005. С. 266-269.
15. Постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 28 декабря 2013 года N 1083 Об утверждении Государственной программы "Охрана окружающей среды, воспроизводство и использование природных ресурсов Республики Татарстан" URL: <https://docs.cntd.ru/document/469122554> (дата обращения 10.04.2022).
16. Шарипов, С. А. Земельные отношения и эффективность землепользования в аграрном производстве // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 4. С. 52-56.
17. Уллах Р. Мелиорация в Республике Татарстан: современное состояние, проблемы и перспективы // Региональная экономика: теория и практика. 2022. Т. 20. № 1(496). С. 168-185.
18. Валиев А.Р., Уллах Р., Комиссаров А.В. и др. Роль и место орошаемого земледелия в производстве сельскохозяйственной продукции и его экономическая эффективность (опыт Республики Татарстан) // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 3(63). С. 160-166.
19. Klychova G., Zakirova A., Khusainov Sh. et al. Accounting and Analytical Support of Internal Management Reporting on Reclamation Works. E3S Web of Conferences, 2020, vol. 157.
20. Исайчева Е.С., Хафизов Д.Ф. Вопросы развития институциональных преобразований в аграрной сфере // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 8. № 1(27). С. 51-54.
21. Asadullin N.M., Avkhadiev F.N., Ullah Raheem, Mukhametgaliev F.N. Implementation of government support measures for reclamation as an incentive for the development of the agricultural industry: Experience of the Republic of Tatarstan. BIO Web of Conferences, 2021, С. 00080
22. Vafina L.T., Safiollin F.N. Khismatullin M.M. Comparative Evaluation of Productivity of Ryegrass and Ryegrass-Goatling Grass Stands Affected by Different Mineral and Organomineral Nutrition. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, vol. 341.
23. Исхаков И.Р., Салахутдинов Ф.Н., Альтернативные модели финансирования для малых и средних форм хозяйствования в АПК // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2011. Т. 6. № 2. С. 52–54.
24. Субаева А. К., Мавлиева Л. М., Александрова Н. Р., Низамутдинов М. М. Техническая модернизация системы мелиорации как резерв повышения эффективности сельского хозяйства // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12. № 3(45). С. 124-127.
25. Низамов Р.М., Сулейманов С.Р., Ф.Н. Сафиоллин, и др. Современные биопрепараты и стимуляторы роста в технологии возделывания подсолнечника на маслосемена // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 1(48). – С. 38-40.
26. Хисматуллин М. М. Бобовые и бобово-злаковые многолетние травы - составная часть органического земледелия Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 2(53). С. 64-67.
27. Prospects of agricultural business in the Republic of Tatarstan / L.V. Mikhailova, F. N. Mukhametgaliev, L. F. Sitdikova, N.M. Asadullin, // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00083.

Сведения об авторах:

Хисматуллин Марс Мансурович – доктор сельскохозяйственных наук, директор, e-mail: rezi-
almet@yandex.ru
ФГБУ «Управление «Татмелиоводхоз», Казань, Россия.
Валиев Айрат Расимович – доктор технических наук, ректор
Хисматуллин Марсель Мансурович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры организации
сельскохозяйственного производства, e-mail: marselmansurovic@mail.ru
Мухаметгалиев Фарит Нурғалиевич – доктор экономических наук, профессор кафедры организации сель-
скохозяйственного производства, e-mail: fem59@mail.ru
Асадуллин Наиль Марсолович – кандидат технических наук, доцент кафедры организации сельскохозяй-
ственного производства, e-mail: slonopotam1963@yandex.ru
Уллах Рахим – аспирант, указать e-mail: raheemkhanpk@gmail.com
Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

EROSION CONTROL RECLAMATION IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN
M.M. Khismatullin, A.R. Valiev, M.M. Khismatullin, F.N. Mukhametgaliev, N.M. Asadullin, Ullah Rahim

Abstract. One of the most acute problems of agriculture in the Republic of Tatarstan in modern conditions is the progressive degradation of soil cover. Every year the scale of water erosion increases, causing huge damage not only to agriculture, but also to large and small rivers of the region. The territory of the republic is characterized by a large dissection, which serves as the basis of soil erosion. The research was carried out to analyze the impact of soil erosion on the efficiency of agricultural production and the development of science-based measures to combat soil erosion in agriculture of the Republic of Tatarstan. In general, in the subject of the Federation it is necessary to carry out erosion control works

on the area of more than 2 million hectares of agricultural land. Every year spring melt water and storm water runoff on average washes away up to 22 tons of fertile soil from one hectare of arable land, which leads to an annual loss of up to 700 thousand tons of humus in the scale of the Republic of Tatarstan. This is comparable to the introduction of 10 million tons of organic fertilizers. Complex of anti-erosion measures depending on the relief and objective conditions of terrain includes organizational-economic, agromeliorative, forest-meliorative and hydromeliorative works, which ensure effective regulation of storm and melt water runoff, increase moisture reserve in soil cover and reduce washout of fertile soil layer, prevent new and expansion and spread of existing erosion centers and thereby contribute to improvement of fertility of agricultural lands. Thus, in the course of scientific research it is established that on average in the Republic of Tatarstan one set of anti-erosion measures protects up to 120 hectares of land from further development of erosion processes. The cost of the complex of anti-erosion measures, including anti-erosion pond - 2.5 million rubles, the payback period is 2 years.

Keywords: economic efficiency, soil erosion, erosion control measures, ecology, agroforestry.

References

- Ziganshin BG, Safiullin IN, Amirova EF. [Assessment of food security in Russia]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.16. 2(62). 124-132 p.
- Safiollin FN. Nauchnoe obespechenie innovatsionnogo razvitiya meliorativnogo zemledeliya v Respublike Tatarstan. [Scientific support for the innovative development of reclamation agriculture in the Republic of Tatarstan]. Kazan': OOO PK "Astor i Ya". 2022; 209 p.
- Isaycheva ES, Khafizov DF, Khismatullin MM. [Development of management forms in the agrarian sector over 20 years of reforming the economy]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011; Vol.6. 1(19). 82-84 p.
- Khafizov DF, Isaycheva ES, Khismatullin MM. [Modern trends in the development of management forms in agriculture]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010; Vol.5. 3(17). 77-78 p.
- Sochneva SV, Safiollin FN, Minnullin GS. [Backgrounds of mineral nutrition of alfalfa agrocenoses and productivity of the subsequent crop of the field crop rotation - spring wheat EKADA 70 on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2017; 2(50). 29-33 p.
- Mukhametgaliev FN, Khismatullin MM, Khisamov RG. [Leasing of equipment and technologies as a tool for the development of agro-industrial production]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015; Vol.10. 2(36). 31-35 p.
- Khismatullin MM. [Agro-energy and economic efficiency of surface improvement of floodplain meadows]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010; Vol.5. 1(15). 120-122 p.
- Khismatullin MM. [Resource-saving methods of surface improvement of floodplain meadows of Volga forest-steppe region]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010; Vol.5. 1(15). 123-125 p.
- Zotov AA, Kosolapov VM, Panferov NV. Uluchshenie i ispol'zovanie poimennykh lugov. [Improvement and use of floodplain meadows]. Moscow: Rossiiskaya akademiya sel'skokhozyaistvennykh nauk. 2013; 690 p.
- Safiollin FN, Khismatullin MM. Sistema meliorativnogo zemledeliya v Respublike Tatarstan (obshchie voprosy melioratsii zemel' i osobennosti vozdeleyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na polive): monografiya. [The system of reclamation agriculture in the Republic of Tatarstan (general issues of land reclamation and features of irrigated crop cultivation): monograph]. Kazan': Kazanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. 2015; 318 p.
- Shipilov IA, Grebennikov VG. Mnogoletnie travy kak faktor zashchity pochv ot erozii i povysheniya pochvennogo plodorodiya kashtanovykh pochv. Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. [Perennial grasses as a factor in protecting soils from erosion and increasing the soil fertility of chestnut soils. Collection of scientific articles of Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production]. 2010; Vol.3. 1. 68-71 p.
- Minnullin GS, Vafina LT, Safiollin FN. [Chemical composition and nutritional value of forage from perennial grasses depending on the background of mineral nutrition and the timing of their harvesting]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011; Vol.6. 1(19). 160-162 p.
- Fayzrakhmanov DI, Mukhametgaliev FN, Valiev AR. Organizatsionno-ekonomicheskoe aspekty povysheniya effektivnosti agrarnogo biznesa: monografiya. [Organizational and economic aspects of improving the efficiency of agrarian business: a monograph]. Kazan': Kazanskii (Privolzhskii) federal'nyi universitet. 2021; 376 p.
- Aksanov VA, Aliev ShA. Sostav pochvennogo pokrova i agrokhimicheskoe obsledovanie pochv Respubliki Tatarstan. Puti mobilizatsii biologicheskikh resursov povysheniya produktivnosti pashni, energoresursosberezheniya i proizvodstva konkurentosposobnoi sel'skokhozyaistvennoi produktsii. [The composition of the soil cover and agrochemical survey of the soils of the Republic of Tatarstan. Ways of mobilization of biological resources to increase the productivity of arable land, energy saving and the production of competitive agricultural products]. Kazan': Foliant. 2005; 266-269 p.
- Decree of the Cabinet of Ministers of the Republic of Tatarstan dated December 28, 2013 N 1083 "On approval of the State program "Environmental protection, reproduction and use of natural resources of the Republic of Tatarstan". [cited 2022, April 10]. Available from: <https://docs.cntd.ru/document/469122554>.
- Sharipov SA. [Land relations and land use efficiency in agricultural production]. Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii. 2017; 4. 52-56 p.
- Ullakh R. [Land reclamation in the Republic of Tatarstan: current state, problems and prospects]. Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. 2022; Vol.20. 1(496). 168-185 p.
- Valiev AR, Ullakh R, Komissarov AV. [The role and place of irrigated agriculture in the production of agricultural products and its economic efficiency (the experience of the Republic of Tatarstan)]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.16. 3(63). 160-166 p.
- Klychova G, Zakirova A, Khusainov Sh. Accounting and analytical support of Internal management reporting on reclamation works. E3S Web of Conferences. 2020; Vol.157.
- Isaycheva ES, Khafizov DF. [Issues of development of institutional transformations in the agrarian sector]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013; Vol.8. 1(27). 51-54 p.
- Asadullin NM, Avkhadiyev FN, Ullah Raheem, Mukhametgaliev FN. Implementation of government support measures for reclamation as an incentive for the development of the agricultural industry: Experience of the Republic of Tatarstan. BIO Web of Conferences. 2021; 00080 p.
- Vafina LT, Safiollin FN, Khismatullin MM. Comparative evaluation of productivity of ryegrass and ryegrass-goatling grass stands affected by different mineral and organomineral nutrition. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019; Vol.341.
- Iskhakov IR, Salakhutdinov FN. [Alternative financing models for small and medium-sized businesses in the agro-industrial complex]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011; Vol.6. 2. 52-54 p.

24. Subaeva AK, Mavlieva LM, Aleksandrova NR, Nizamutdinov MM. [Technical modernization of the melioration system as a reserve for increasing the efficiency of agriculture]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017; Vol.12. 3(45). 124-127 p.

25. Nizamov RM, Suleymanov SR, Safiollin FN. [Modern biopreparations and growth stimulators in sunflower cultivation technology for oilseeds]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018; Vol.13. 1(48). 38-40 p.

26. Khismatullin MM. [Legumes and legume-cereal perennial grasses - an integral part of organic farming in the Republic of Tatarstan]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; Vol.14. 2(53). 64-67 p.

27. Mikhailova LV, Mukhametgaliev FN, Sitdikova LF, Asadullin NM. Prospects of agricultural business in the Republic of Tatarstan. BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13-14 noyabrya 2019 goda. Kazan: EDP Sciences. 2020; 00083 p.

Authors:

Khismatullin Mars Mansurovich - Doctor of Agricultural sciences, Director, e-mail: rezi-almet@yandex.ru
Tatmeliovodhoz Department, Kazan, Russia.

Valiev Ayrat Rasimovich - Doctor of Technical sciences, Rector

Khismatullin Marsel Mansurovich - Doctor of Agricultural sciences, Associate Professor of Organization of agricultural production Department, e-mail: marselmansurovic@mail.ru

Mukhametgaliev Farit Nurgalievich - Doctor of Economics, Professor of Organization of agricultural production Department, e-mail: fem59@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

Asadullin Nail Marselovich – Ph.D. of Technical sciences, Associate Professor of Organization of agricultural production Department, e-mail: slonopotam1963@yandex.ru

Ullah Rahim – Post graduate student, e-mail: raheemkhanpk@gmail.com

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ ДЛЯ СОВМЕЩЕННОГО ВЫСЕВА СЕМЯН РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Б.Х. Ахалая, Ю.Х. Шогенов, С.И. Старовойтов, С.Э. Лонин

Реферат. Представлено высевующее устройство, в котором дозаторы содержат накладки, параметры дозатора и накладки идентичны за исключением толщины, толщина дозатора два раза больше толщины накладки. Показано, что зазор между дозатором и накладкой 0,5-1,0 мм, на дозаторах и накладках ячейки распределены по группам, в каждой группе по три ячейки, всего четыре группы с одинаковым расстоянием между собой. Установлено, что расстояние между ячейками соответствуют 8...12 мм для посева семян пропашных, и 4...6 мм для кормовых культур. Отмечено, что средние ячейки каждой группы расположены на пересечении горизонтальных и вертикальных осей, центры ячеек на дозаторах и накладках совпадают. Определено условие, при котором расстояние, между группами ячеек составит $S \geq 3d + 2a$, мм, где S - межгрупповое расстояние, мм; d - диаметр ячейки, мм; a - расстояние между ячейками в группе.

Ключевые слова: дозирующая система, высевующий аппарат, дозатор, ячейки, накладка, семена.

Введение. Важную роль, в формировании урожая и накопления питательных веществ в смешанных посевах, играют способы посева и нормы посева компонентов.

С помощью этих агроприемов можно регулировать содержание белка в урожае, что немаловажно для повышения питательной ценности массы.

Известно, что с бобовыми культурами сеют двумя способами: в районах с достаточным увлажнением – широкими рядами смесью в один рядок; в засушливых – чередующимися рядками: два рядка – кукурузы, один – сои.

По некоторым данным лучшим способом посева оказался ленточный, где два ряда кукурузы чередовались с лентой сои (в ленте – три ряда сои с междурядьем 15 см). При данном способе посева в урожае содержалось сои 19,2...31,5% от общей массы кукурузы. Урожай чистой кукурузы составил 301 ц/га, в смеси – 372 ц/га, протеина – соответственно 3,55 и 6,2 ц/га [1-3].

На Дальнем Востоке изучение различных способов совмещенных посевов проводят с 50-х годов, где бобовые подсеивались в междурядье пропашных после первой междурядной обработки.

Исследования в Омской области показывают преимущество ленточных посевов, однако более поздние исследования в этом же регионе отдают предпочтение широкорядному способу посева смесью в один рядок.

Ряд исследователей обосновывают эффективность посевов различных компонентов в одно гнездо. В качестве аргументов авторы приводят данные по повышению содержания перевариваемого протеина в одной кормовой единице. Однако следует отметить, что в большинстве случаев по белку зеленая масса таких посевов полностью не сбалансирована [4-6].

Цель исследований – разработка конструкции высевующего аппарата пневматической сеялки для совмещенного посева семян пропашных культур с размещением их на разную глубину заделки.

Условия, материалы и методы.

Исследования выполнялись по существующим методикам постановки и проведения прикладных, теоретических и научно-прикладных работ с использованием современных технических средств, приборов и оборудования, исследовательской инфраструктуры, которые способствовали получению научных результатов по разработке конструкции высевующего аппарата пневматической сеялки согласно поставленной цели. Отдельные детали из пластика разработанной конструкции были напечатаны на промышленном 3D принтере марки Anifrom 950-pro (из новой линейки 3D принтеров от компании Total Z, работающих по технологии FDM(FFF)).

Как видно из вышеизложенного, вопросы по улучшению способов посева нескольких культур имеют весьма противоречивый характер, однако большинство исследователей отмечают высокую эффективность раздельного посева семян по сравнению в одно гнездо.

Смешанные посевы следует размещать в полевых, кормовых и других специализированных севооборотах на полях, предназначенных для силосных культур, а в некоторых случаях на постоянных участках, расположенных вблизи животноводческих ферм и силосных сооружений. Следует учесть засоренность полей и вносимые в предшествующие годы гербициды.

Качественными показателями технологического процесса можно считать следующее:

посев совмещенных культур должен производиться с шириной междурядья 70 см;

глубина заделки семян должна быть различной для каждой отдельной культуры;

сеялка с пневматическими высевующими аппаратами для совмещенных посевов должна обеспечивать широкий диапазон количества высеваемых от 40 до 350 тыс.шт. семян в зависимости от компонента;

повреждаемость семян не должна превышать 0,5%.

Особенностью совмещенных посевов можно считать следующее:

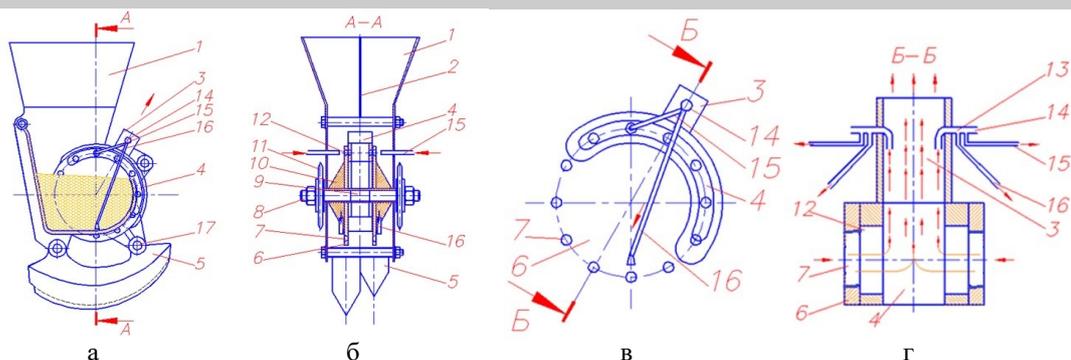


Рис.1 – Высевающий аппарат пневматической сеялки для совмещенного высева семян различных культур: а – вид сбоку; б – в разрезе А – А; в - дозирующая система; б – в разрезе Б – Б

растения различных культур друг друга не угнетают;

рост урожая, как в качественном, так и в количественном отношении;

достижение экономии посевных площадей;
минимизация применения удобрений;
сокращение объема вносимых ядохимикатов;
сокращение количества прохода агрегатов, что улучшает экологическую обстановку;
позволяет увеличить экономическую эффективность [7].

Однако, существующие конструкции серийных пропашных сеялок не в состоянии обеспечить те требования, которые ставят перед собой совмещенные посевы, что создает необходимость интенсификации научно-исследовательских работ по совершенствованию существующих и разработки новых сеялок.

Результаты и обсуждение. В Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ разрабатываются конструкции пневматических высевающих аппаратов работающих как на вакууме, так и на избыточном давлении воздушного потока, способные производить высев семян различных зерновых культур в разном сочетании, с соблюдением схем и норм высева семян на разную глубину заделки [8-13].

Представленное высевающее устройство (рис.1) состоит из емкости для семян 1, состоящая из двух половин, между которыми находится съемная пластина 2, разделяющая емкость на две равные части, воздушного патрубка 3, камеры разряжения 4, сошника 5, (рис.2) дозатора 6 с ячейками 7, закрепленного

на оси 8, составной втулки 9, ворошителя 10, звездочки 11. Камера разряжения 4 дугообразной формы со щелями 12 по сторонам, создающая вакуум для присасывания семян различных культур к ячейкам 7 дозатора 6 с двух сторон дуги.

В воздушный патрубок 3 связанному с наружной стороны дуги камеры разряжения 4, с помощью отверстия 13, вмонтированы два патрубка 14 направленные на встречу перемещения воздушной струи, для обоих дозаторов 6. С наружи воздушного патрубка 3 от каждого сопла 14 отведены рукава 15 и 16 разного диаметра. Рукава 15 служат для снятия избыточного количества семян, прижатых к ячейкам 7 в верхней половине дозатора 6, к тому же струя воздуха нацелена к ячейкам 7 под острым углом $6 - 8^\circ$ к вертикальной плоскости по ходу передвижения агрегата. Рукава 16 служат для снятия семян, ускоряя их падение.

Высевающее устройство снабжено двухуровневым полозовидным сошником (рис.2), позволяющим выкладывать семена в почву разных культур на разные глубины.

Дозаторы 6 (рис.3) выполнены с накладками 18, толщина накладки 18 вдвое меньше толщины дозатора 6, а зазор между дозатором 6 и накладкой 18 – 0,5-1,0 мм, ячейки 7 и 19 на дозаторе 6 и накладках 18 выполнены четырьмя группами по три равноудаленных ячеек. Расстоянием между ячейками 7 и 19, 8...12 мм для высева семян пропашных и 4...6 мм для кормовых культур. Средние ячейки 7 и 19 каждой группы расположены на пересече-

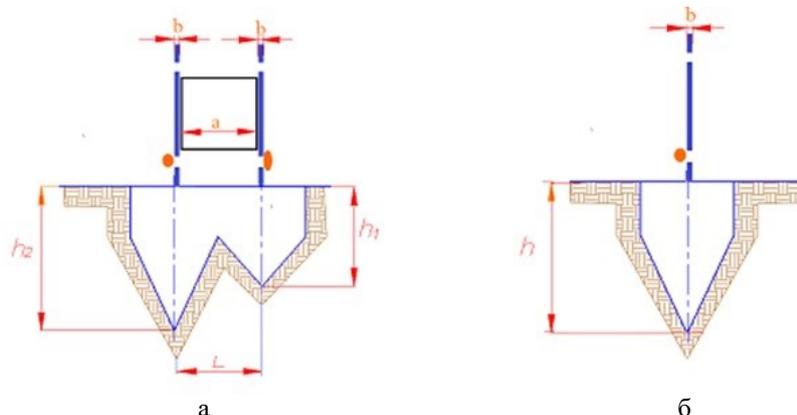


Рис.2. – Полозовидный сошник: а – с двумя и б – с одним полозами

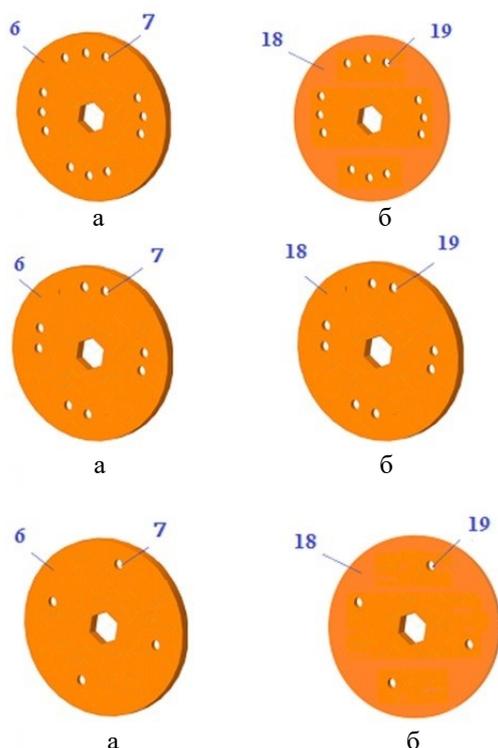


Рис.3 – Дозаторы – а и накладки – б с числом ячеек в группах 1...3

нии горизонтальных и вертикальных осей. Расстояние между группами ячеек 7 и 19 определено условием $S \geq 3d + 2a$, мм, где S – межгрупповое расстояние, мм; d – диаметр ячейки 7 и 19, мм; a – расстояние между ячейками 7 и 19 в группе. Центры ячеек 7 и 19 на дозаторах б и накладках 18 совпадают.

Принцип работы высевающего устройства заключается в следующем, посевной материал из семенной емкости, проникают в зону загрузки в верхней части дозатора, где при помощи камеры разряжения происходит присасывания нескольких семян к ячейкам, прижатые семена обдуваются воздушным потоком верхнего сопла, сбрасываются вниз, кроме одной прижатой к ячейке дозатора. Дозатор, вместе с прижатым семенем вращаясь по кругу, подносит ее в зону сброса, где под действием струи воздуха семя сбрасывается вниз в сошником открытую борозду. Аналогичный процесс происходит на другой половине высевающего устройства и укладываются в почву уже семена другой культуры.

Литература

1. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Шогенов Ю.Х. Развитие интенсивных машинных технологий, роботизированной техники, эффективного энергообеспечения и цифровых систем в агропромышленном комплексе // Техника и оборудование для села. 2019. № 6(266). С.2-8. ISSN 2072-9642.
2. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Шогенов Ю.Х. Научно-технические достижения агроинженерных научных учреждений для производства основных групп сельскохозяйственной продукции // Техника и оборудование для села. 2021. № 4(286). С.2-11.
3. Ким А.А., Миклашевич В.Л. Пневматический высевающий аппарат точного посева для мелкосеменных культур // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. N2. С. 234-238.
4. Фирсов А.С., Голубев В.В. Результаты исследования параметров и режимов работы дискового пневматического высевающего аппарата для льна // Агротехника и энергообеспечение. 2016. N3. С. 43-45.
5. Aikins K., Diogenes L., Troy A., Blackwell J. Performance comparison of residue management units of no-tillage sowing systems: A review Engineering in Agriculture, Environment and Food Volume 12, Issue 2 April

Расстояние между полозами сошника определено условием $S = 2f + q$, мм, где f – толщина дозатора, мм, q – ширина камеры разряжения, мм.

Накладки 18 проходя круговое движение по направлению движения сеялки перекрывает одну ячейку из трех, так, что бы на дозаторах действующими было бы по 8 ячеек – 2 на группу. Такой подход говорит о том, что посев ведется двумя дозаторами в количестве двух разных семян в одно гнездо. Это могут быть пропашные, кормовые либо бобовые культуры. Продолжая вращать накладку 18 по кольцу в группе на каждом дозаторе будет одно семя. При так раскладе высев семян будет проходить совмещено, при таком способе высеве семена заделываются в почву двух уровневым полозовидным сошником (рис.2 а). При не перекрытых ячеек 7 и 19 высев происходит гнездами, количества семян в гнездо максимальное – 3 шт.

Когда требуется высевать семена пунктирно, заполняют семенами одну часть бункера, к примеру – кукурузы, в таком случае на дозаторе и на накладке открытыми остаются по четыре ячейки с одинаковыми расстояниями между собой. При таком способе высева, семян в рядке размещаются с одинаковым промежутком. В случае необходимости заглушить все ячейки на дозаторе, для этого достаточно сместит накладку на величину равную диаметра ячейки, это происходит тогда, когда появляется потребность увеличения междурядья, путем изоляции всех ячеек каждого второго высевающего аппарата. В таком случае расстояние между рядами удваивается.

Для высева семян пунктирно, надо оставить сошник с одним полозом.

Выводы:

1. Разработанное устройство позволяет вести высев семян тремя способами: совмещенным, пунктирным и гнездовым и на разную глубину заделки, что является экономически выгодным техническим решением.
2. Проведение посевных работ с изменением способа высева и схем посева не требует увеличения дополнительных расходов, в том числе на топливо и горюче-смазочные материалы.
3. Предложенная конструкция высевающего устройства способствует улучшения экологической среды за счет сокращения количества проходов агрегата.

2019 Pages 181-190.

6. Balsari P., Manzone M., Marucco P., Tamagnone M. Evaluation of seed dressing dust dispersion from maize sowing machines. *Crop Protection* Volume 51 September 2013. Pages 19-23

7. Лобачевский П.Я. Закономерности оптимальной подачи семян аппаратом точного высева // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2003. – № 2. – С. 20.

8. Лобачевский Я.П., Ахалая Б.Х., Сизов О.А., Ловкис В.Б. Экономически эффективный и экологически обоснованный способ уплотненных посевов сельхозкультур // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – №6. – С.4-8.

9. Дорохов А.С., Сибирев А.В., Аксенов А.Г., Мосяков М.А. Экспериментальные исследования по разработке автоматизированной системы регулирования плотности почвы посевной машины // *Агроинженерия*. 2021. № 2 (102). С. 9-15.

10. Akhalaya B.Kh. A laboratory study of the pneumatic sowing device for dotted and combined crops // *AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*. 2019. Т. 50. № 1. С. 57-59.

11. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х. Влияние турбулентного воздушного потока на качество высева семян. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 1. С. – 54-57.

12. Ахалая Б.Х. Модернизация пневматической сеялки // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011. – №1. – С.35-36.

13. Пат №2567028 РФ. Пневматический высевающий аппарат / Ахалая Б.Х. // Бюл., 2015. – №30

Сведения об авторах:

Ахалая Бадри Хутаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: boris.novikov2012@yandex.ru «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Москва, Россия

Шогенов Юрий Хасанович – чл.-корр. РАН, доктор технических наук, заведующий сектором механизации, электрификации и автоматизации Отделения сельскохозяйственных наук РАН, e-mail: yh1961s@yandex.ru «Российская академия наук», г. Москва, Россия

Старовойтов Сергей Иванович – доктор технических наук, заведующий лабораторией e-mail: starovoitov.si@mail.ru «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Москва, Россия

Лонин Сергей Эдуардович – инженер, «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Москва, Россия

THE SEEDING MACHINE OF A PNEUMATIC SEED DRILL FOR COMBINED SEEDING DIFFERENT CULTURES

B.Kh. Akhalaya, Y.Kh. Shogenov, S.L. Starovoytov, S.E. Lonin

Abstract. A seeding device is presented in which the dispensers contain pads, the parameters of the dispenser and the pads are identical except for the thickness, the thickness of the dispenser is twice the thickness of the lining. It is shown that the gap between the dispenser and the pad is 0.5-1.0 mm, on the dispensers and pads the cells are distributed into groups, each group has three cells, there are four groups with the same distance between each other. It was found that the distance between the cells corresponds to 8...12 mm for sowing rowed seeds, and 4...6 mm for forage crops. It is noted that the middle cells of each group are located at the intersection of horizontal and vertical axes, the centers of cells on dispensers and pads coincide. The condition is determined under which the distance between groups of cells will be $S \geq 3d + 2a$, mm, where S is the intergroup distance, mm; d is the diameter of the cell, mm; a is the distance between cells in the group.

Key words: dosing system, seeding machine, disc, hole, pad, seeds.

References

1. Lachuga YuF, Izmaylov AYu, Lobachevskiy YaP, Shogenov YuKh. [Development of intensive machine technologies, robotic equipment, efficient energy supply and digital systems in the agro-industrial complex]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2019; 6 (266). 2-8 p. ISSN 2072-9642.

2. Lachuga YuF, Izmaylov AYu, Lobachevskiy YaP, Shogenov YuKh. [Scientific and technical achievements of agroengineering scientific institutions for the production of the main groups of agricultural products]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2021; 4 (286). 2-11 p.

3. Kim AA, Miklashevich VL. [Cost-effective and environmentally sound method of compacted crops]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016; 2. 234-238 p.

4. Firsov AS, Golubev VV. [Experimental studies on the development of an automated system for regulating the soil density of a sowing machine]. *Agrotekhnika i energoobespechenie*. 2016; 3. 43-45 p.

5. Aikins K, Diogenes L, Troy A, Blackwell J. Performance comparison of residue management units of no-tillage sowing systems: a review engineering in agriculture, environment and food. Vol.12. Issue 2. April 2019. 181-190 p.

6. Balsari P, Manzone M, Marucco R, Tamagnone M. Evaluation of seed dressing dust dispersion from maize sowing machines. *Crop Protection*. Vol.51. September 2013; 19-23 p.

7. Lobachevskiy YaP. [Evaluation of seed dressing dust dispersion from maize sowing machines]. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2003; 2. 20 p.

8. Lobachevskiy YaP, Akhalaya BKh, Sizov OA, Lovkis VB. [Regularities of optimal seed supply by precision seeding apparatus]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii*. 2015; 6. 4-8 p.

9. Dorokhov AS, Sibirev AV, Aksekov AG, Mosyakov MA. [Pneumatic seeding apparatus of precise seeding for small-seeded crops]. *Agroinzheneriya*. 2021; 2 (102). 9-15 p.

10. Akhalaya BKh. A laboratory study of the pneumatic sowing device for dotted and combined crops. *AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*. 2019; Vol.50. 1. 57-59 p.

11. Akhalaya BKh, Shogenov YuKh. [The influence of turbulent air flow on the quality of seed sowing]. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2018; 1. 54-57 p.

12. Akhalaya BKh. [Modernization of pneumatic seeder]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii*. 2011; 1. 35-36 p.

13. Akhalaya BKh. [Pneumatic seeding machine]. Pat №2567028 RF. Byul. №30, 2015.

Authors:

Akhalaya Badri Khutaevich – Ph.D. of Technical sciences, leading researcher, e-mail: boris.novikov2012@yandex.ru Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia

Shogenov Yuri Khasanovich - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical sciences, Head of the Mechanization, Electrification and Automation Sector of Agricultural Sciences Department of the Russian Academy of Sciences, e-mail: yh1961s@yandex.ru

Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Starovoytov Sergey Ivanovich - Doctor of Technical sciences, Head of the laboratory e-mail: starovoitov.si@mail.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗЕРНО

Д.А. Будников

Реферат. В настоящее время разработка систем эффективного управления технологическим оборудованием остается актуальной задачей. Целью данной работы является разработка и изготовление системы управления с обучением, позволяющей реализовывать управление по задаваемым критериям сушки и действующей на основе изменения текущей влажности обрабатываемого материала. В данной статье представлены результаты разработки системы управления лабораторной установкой электрофизического воздействия на зерно. В ходе выполнения данной работы применялись элементы планирования эксперимента, статистической обработки, компьютерного моделирования с применением прикладного программного обеспечения электродинамического моделирования, разработки SCADA систем и программирования аппаратуры управления. Эксперименты проводились с использованием сертифицированного измерительного оборудования. Ценность результатов исследования заключается в определении энергоэффективных режимов работы оборудования обработки зерна с применением микроволнового поля. Научная новизна исследования состоит в определении влажности зерна по относительному ослаблению напряженности электромагнитного поля в слое обрабатываемого зерна. Основные положения: применение разработанной системы контроля уровня влажности позволяет определять влажность зернового слоя в процессе обработки его микроволновым полем; внедрение одной установки комбинированной СВЧ-конвективной сушки зерна производительностью 5 тонн в час, работающей под управлением разработанной системы и рассчитанной на производительность позволяет получить доход 5231,2 тыс. руб. за восемь лет реализации проекта при этом простой срок окупаемости капитальных вложений составит 3,6 года. Выводы: применение разработанной системы экспериментальной установкой микроволнового воздействия на зерно позволяет реализовать управление по оптимальным критериям управления, при этом средняя энергоемкость сушки пшеницы с 20 до 14 % составляет 3,7 МДж на кг испаренной влаги; реализация системы управления технологическим процессом электрофизического воздействия с обучением позволяет производить накопление статистических данных и выработку режимов работы оборудования по более полным данным.

Ключевые слова: энергоэффективность; критерий оптимальности; электрофизическое воздействие; сушка зерна; система управления.

Введение. Существуют многочисленные работы российских и зарубежных исследователей, посвященные обработке зерновых материалов с применением электрофизических воздействий. На фоне развивающихся технологий интенсификации роста растений и стимуляции их развития, возрастают требования к технологиям послеуборочной обработки [1]. Основными направлениями являются, такие как ИК-излучение, озон, аэроионы, СВЧ поле, УЗ – воздействие и т.д. могут применяться для предпосевной обработки, интенсификации тепло- массопереноса, микронизации, повышению кормовой ценности подготовки к скармливанию, и т.д. [2-7].

Управление процессом сушки и послеуборочной обработки зерновых является одним из ключевых факторов, влияющих на себестоимость производства зерновой продукции [8-12]. Так пересушивание зерна пшеницы на 1% (до 13%) влечет за собой удорожание сушки на 30%, а на 2% (до 12%) на 64% [8]. Подходы у реализации систем управления зерносушилками и зерносушильными комплексами также различаются. Существуют как системы, построенные на релейной логике и минимальном применении логических аппаратов [8], так и сложные с применением нейросетевых технологий для управления элеваторами и зерносушильными комплексами [8, 11, 12]. Для фер-

мерских хозяйств и предприятий, ориентированных на выращивание зерновых для дальнейшего скармливания животным, требуется разработка сушильных установок и систем управления ими с учетом требуемой производительности и с учетом критериев эффективности, задаваемых оператором.

Условия, материалы и методы. Электрофизические воздействия, такие как ИК-излучение, озон, аэроионы, СВЧ поле, УЗ – воздействие и т.д. могут применяться для предпосевной обработки, интенсификации сушки, микронизации, подготовки к скармливанию, повышению кормовой ценности и т.д. Разработка системы управления данным оборудованием позволит обеспечить выполнение технологических процессов с учетом экономических и технологических требований потребителя.

Для разработки и реализации системы управления проведен анализ существующих на рынке существующих систем автоматического и автоматизированного управления сушкой зерновых культур, в том числе с применением электрофизических воздействий (табл. 1).

Для оценки существующих трендов по разработке систем управления электрофизическим оборудованием был проведен патентный поиск, результат патентного поиска по данному направлению свидетельствует как о высоком интересе к применению электрофизиче-

Таблица 1 – Системы управления сушкой зерна

№	Технология сушки	Критерий управления	Контролируемые параметры	Регулируемые (задаваемые) параметры	Исполнение системы управления	Фирма
1	Шахтная сушилка	Минимизация затрат на сушку	Влажность зерна, температура зерна, температура агента сушки	Требуемая влажность зерна на выходе, максимальное отклонение влажности зерна на выходе, температура агента сушки.	Интеллектуальная система управления сушилкой IDC (INTELLIGENT DRYER CONTROL); SCADA-система (панель оператора, удаленный ПК)	Tornum
2	Шахтная сушилка	Минимизация травмирования (бережная сушка)	Температура зерна, температура агента сушки	Требуемая влажность зерна на выходе, температура агента сушки.	автоматическая система управления сушилкой: SCADA-система (панель оператора, удаленный ПК)	STRAHL
3	ИК сушилка	Равномерность сушки	Температура зерна, температура агента сушки	Режим работы источников ИК-излучения, температура агента сушки.	Автоматизированное сенсорное управление: панель оператора	ЗАВОД «АГРОМИГ»
4	Шахтная сушилка	Минимизация затрат на сушку	Температура зерна, температура агента сушки	Требуемая влажность зерна на выходе, температура агента сушки.	автоматическая система управления сушилкой: SCADA-система (панель оператора, удаленный ПК, мобильное приложение)	Far West Electric Ltd.
5	Шахтная сушилка	Минимизация затрат на сушку	Влажность зерна на входе; влажность зерна на выходе; температура агента сушки	Требуемая влажность зерна на выходе, температура агента сушки.	автоматическая система управления сушилкой: SCADA-система (панель оператора, удаленный ПК)	KENTRA (DRYER MASTER 510)
6	Шахтная сушилка	Время сушки	Температура зерна; наличие материала	Требуемое время сушки	Автоматизированное управление: панель оператора	MOORE Automation inc.
7	СВЧ-конвективная	Минимизация затрат на сушку либо время сушки	Температура зерна; температура агента сушки; наличие материала	Режим работы генераторов поля, температура агента сушки; скорость движения материала	Автоматизированное управление: панель оператора	ACT

ских воздействий при обработке сельскохозяйственных материалов, так и о совершенствовании способов и систем управления оборудованием для его осуществления. Кроме того, в настоящее время все чаще встречаются разработки систем управления обработки сельскохозяйственных материалов с использованием нейросетей [8, 11, 12].

Результаты говорят о том, что наибольший интерес представляют применение инфракрасного и микроволнового воздействий, обеспечивающие тепловое воздействие и обеззараживающее действие. Однако существующие системы управления не предусматривают контроль параметров поля по объему зоны обработки либо в контрольных точках. В то же время происходит измерение параметров аген-

та сушки на выходе и выходе из материал и, в некоторых случаях, контроль влажности обрабатываемого материала в потоке.

Управление установкой предполагается вести по одному из двух критериев: максимальная производительность, минимальная энергоемкость. По мере накопления данных (по скорости влагоудаления и энергоемкости сушки) будет обновляться прошивка контроллера, на базе которого реализуется система управления. Упрощенно схема автоматизации установки микроволнового воздействия на зерно представлена на рисунке 1.

В разрабатываемой системе управления 3 контура (подача/ разгрузка материала; подготовка агента сушки; управление источниками СВЧ мощности), контролируемые централизо-

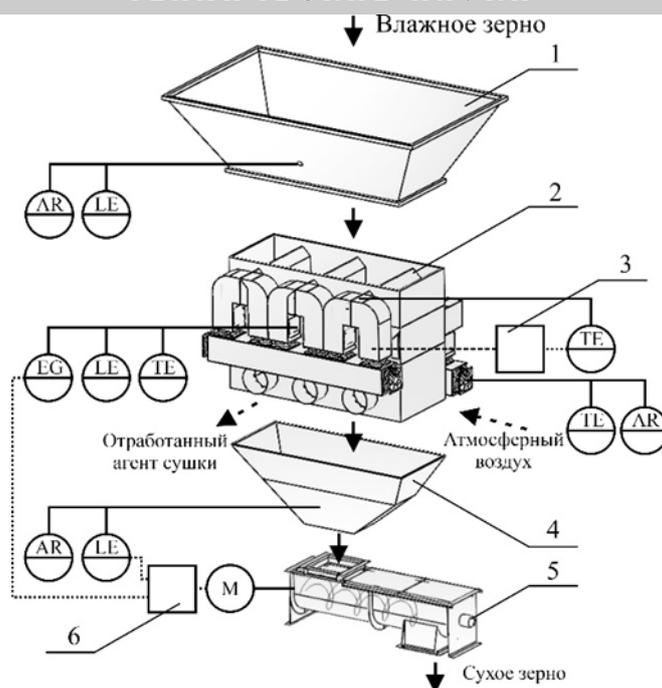


Рис. 1 – Схема автоматизации установки микроволнового воздействия на зерно
 1 – загрузочный бункер; 2 – зона СВЧ-конвективной обработки; 3 – блок управления магнетроном; 4 – выгрузной бункер; 5 – разгрузочное устройство; 6 – общий щит управления; LE – датчики уровня; AR – датчики влажности; EG – датчики напряженности; TE – датчики температуры

ваным блоком управления. Первый контур регулируется исходя из требуемой производительности (пропускной способности) установки и реализуется посредством векторного преобразователя частоты. При этом влагосъем может быть различным и определяется обрабатываемым материалом, его исходной влажностью, линией, в которую интегрирована установка. Второй контур определяет требуемые свойства воздуха, как агента сушки, при этом регулируется мощность, рассеиваемая на ТЭНах воздухоподготовки при постоянной скорости подачи воздуха. Этот контур во многом определяет энергоемкость сушки. Третий контур определяет работу магнетронов и их охлаждение. Этот контур является определяющим как энергоемкости, так и продолжитель-

ности процесса сушки (скорость влагосъема).

Исходными данными для разработки зависимости скорости продвижения материала, режима работы магнетронов и требуемой мощности на ТЭНах явились полученные ранее зависимости процесса сушки вида:

$$\frac{dW}{dt} = f(W, Q_{СВЧ}) \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\frac{dQ}{dW} = f(W, Q_{СВЧ}) \rightarrow \min \quad (2)$$

где $\frac{dW}{dt}$ – скорость влагоудаления, %/мин;

$\frac{dQ}{dW}$ – энергоемкость сушки при те-

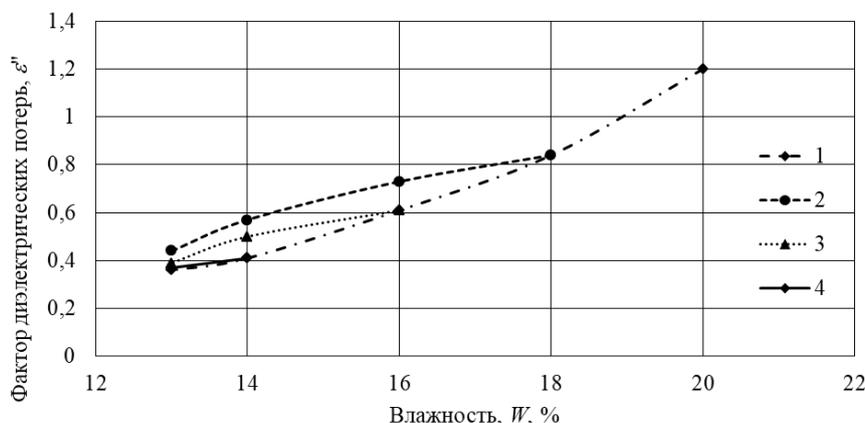


Рис. 2 – Зависимость фактора диэлектрических потерь пшеницы от влажности в процессе СВЧ-обработки
 1 – не подвергавшееся СВЧ воздействию; 2-4 СВЧ-конвективная сушка

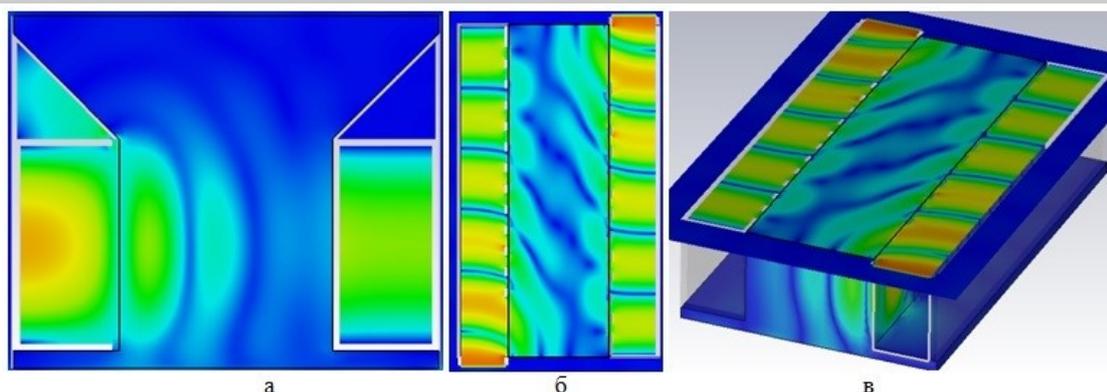


Рис. 3 – Результаты моделирования распространения электромагнитного поля в зерновом слое экспериментальной установки
а – вид сбоку; б – вид сверху; в – изометрическая проекция

кущей влажности, МДж/кг испаренной влаги;
 $W=f(E/E_0)$ – текущая влажность зерна, %;
 $Q_{СВЧ}$ – кратность СВЧ воздействия (отношение времени работы СВЧ к времени цикла), о.е.

Исходная влажность материала либо задается оператором, либо определяется поточным датчиком влажности. Так как в процессе СВЧ-конвективной обработки происходит изменение связи влаги с зерном и отклонения зависят как от исходной влажности материала, так и от количества пройденных зон СВЧ-воздействия (продолжительности СВЧ-обработки). На рисунке 2 представлена зависимость фактора диэлектрических потерь пшеницы от влажности в процессе СВЧ-обработки в зависимости от исходной влажности.

Таким образом, показания приборов поточной влажности будут выводить недостоверные показания. Для учета текущей влажности следует определять степень ослабления напря-

женности электрического поля в материале от источника к противоположной стенке. Для определения степени ослабления напряженности могут быть установлены датчики, расположенные у источника и на противоположной стенке. Отношение показаний этих датчиков определит степень снижения напряженности и, следовательно, влажность материала. При учете того, что волноводы и зоны СВЧ-конвективного воздействия представляют собой сложную форму, тарировку показаний будет выполнена на основе результатов численного моделирования.

Применяемые в данном случае воспринимающие устройства представляют собой медные пластины диаметром, соответствующем четверти длины волны и разделенным слоем фторопласта толщиной 2 мм. При этом вся конструкция помещена в корпус из материала, обладающего малым уровнем диэлектрических потерь. Воспринимающие устройства размещаются по мере прохождения зернового слоя в зоне СВЧ-конвективной обработки. Первичная тарировка основывается на результатах моделирования распространения микроволнового поля в разрабатываемой экспериментальной установке электрофизического воздействия на зерно. Пример полученной в результате моделирования картины, полученной для зернового слоя пшеницы влажностью 16%, представлен на рисунке 3.

Зависимость относительного снижения напряженности поля по мере распространения в слое зерна, E_2/E_1 , о.е., от влажности зерна, W_3 , %, в первом приближении может быть аппроксимирована линейной зависимостью вида:

$$\frac{E_2}{E_1} = -0,0119 \cdot W_3 + 0,5062, \quad (3)$$

где E_1 – напряженность электрического поля на удалении 40 мм от волновода (место установки первого воспринимающего устройства), В/м;

E_2 – напряженность электрического поля на удалении 80 мм от волновода (место установки второго воспринимающего устройства), В/м.

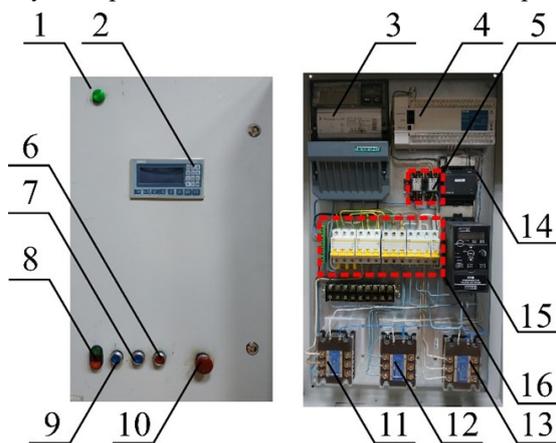


Рис. 4 – Щит управления зерносушилкой

1 – индикатор работы; 2 – информационная панель ИП-320; 3 – счетчик с интерфейсом RS-485; 4 – ПЛК; 5 – промежуточные реле; 6-10 – кнопки ручного управления работой установки; 11-13 – твердотельные реле управления работой подачи агента сушки, загрузочного устройства, источников СВЧ-энергии; 14 – блок питания; 15 – ПЧВ управления работой выгрузного механизма; 16 – автоматические выключатели



Рис. 5 – Экраны работы установки

а – интерфейс среды разработки и стартовый экран; б – экран выбора режима работы; в – экран старта остановки работы установки; г – экран мониторинга модулей СВЧ-конвективной обработки; д – экран мониторинга текущих энергетических показателей

При этом для практического применения в диапазоне влажности 14-16% в системе управления будет применяться обратная зависимость, определяющая влажность зерна от относительного снижения напряженности поля:

$$W_3 = -83,211 \cdot \frac{E_2}{E_1} + 42,294. \quad (4)$$

В процессе проведения экспериментальных исследований (по мере накопления данных) производится корректировка указанной зависимости.

Внешний вид щита управления лабораторной системы управления представлен на рисунке 4. В образце предусмотрена возможность ручного управления установкой, автоматического управления, а также управление через SCADA-систему по каналу RS-485. В последнем случае происходит накопление данных, необходимое для адаптивного алгоритма и интеллектуального управления установкой.

Автоматическое управление по выбранному критерию осуществляется посредством управляющей программы, прошитой в программируемый логический контроллер (ПЛК). В данном случае в качестве ПЛК использован ПЛК-160 фирмы ОВЕН. Основанием для реализации управляющих программ по критери-

ям эффективности явились регрессионные зависимости скорости влагоудаления и энергоёмкости сушки, полученные на предыдущих этапах. В данном режиме контроль влажности материала осуществляется автоматически точным датчиком влажности, располагаемым в грузозначном бункере.

Выбор режима работы, типа обрабатываемой культуры, критерия эффективности и т.д., а также мониторинг работы установки осуществляется с помощью информационной панели ИП-320. На рисунке 5 представлены реализованные экраны работы установки.

Для реализации интеллектуального управления и накопления данных для оптимизации прошивки автоматического управления производится запись следующих данных: обрабатываемая культура; влажность материала (в грузозначном бункере; при промежуточных измерениях; в выгрузном бункере); скорость выгрузного устройства; соотношение времени работы СВЧ к продолжительности цикла (от 0 до 1); температура агента сушки; температура зерна между зонами СВЧ-обработки; расход электроэнергии; аварийные ситуации.

Для обеспечения безопасности персонала и технологического процесса работа источников микроволновой энергии возможна только при

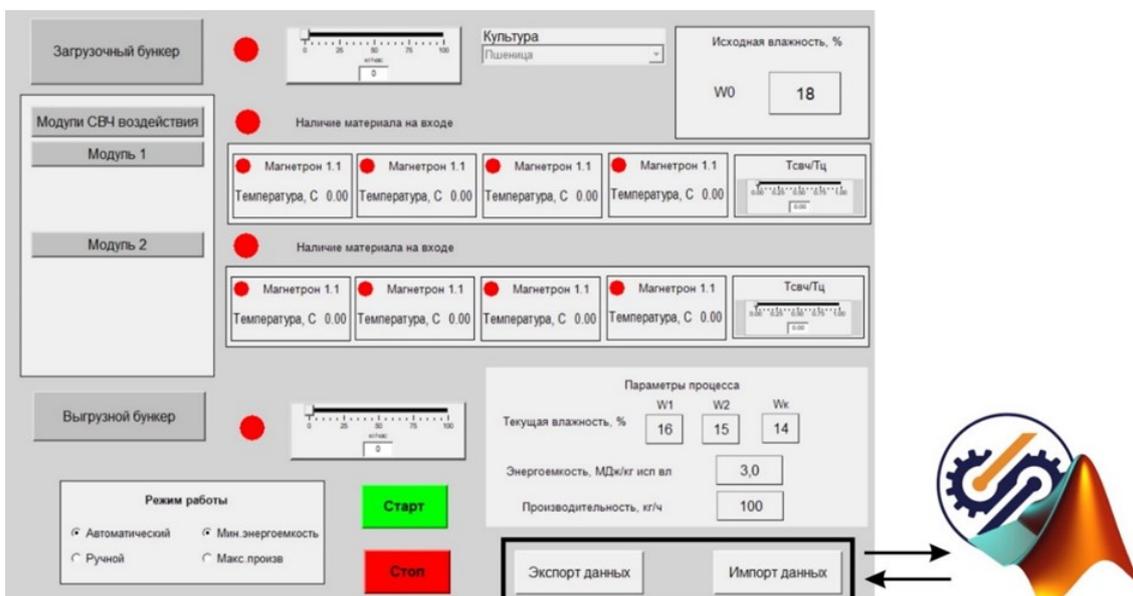


Рис. 6 – Мнемосхема

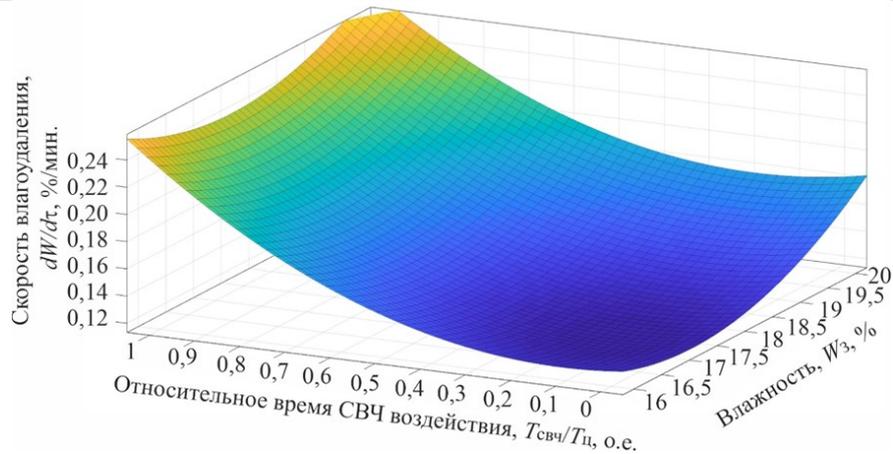


Рис. 7 – Поверхность отклика скорости влагоудаления

наличии материала, контролируемого емкостными датчиками. Определение текущей влажности зерна в процессе СВЧ-конвективной обработки осуществляется датчиками, фиксирующими снижение уровня напряженности электрического поля от источника до точки контроля (на основе результатов моделирования).

Реализация интеллектуальной системы электрофизического воздействия на зерно осуществляется посредством управления технологическим процессом с обучением. При этом происходит накопление данных о энергоёмкости процесса сушки с применением СВЧ-конвективного воздействия в SCADA системе с периодической выгрузкой в блок оптимизации, где производится анализ и корректировка вероятностных моделей с дальнейшим возвращением в виде доработанных режимов работы оборудования. На рисунке 6 представлен пример мнемосхемы SCADA-системы устройства.

Работа может осуществляться в автоматическом и ручном режимах. В автоматическом режиме происходит реализация режимов, основанных на целевых функциях. Ручной режим прежде всего предназначен для реализации экспериментальных исследований для накопления данных по различным культурам и комбинациям воздействий. В автоматиче-

ском режиме выгрузка данных осуществляется при нажатии кнопки «Стоп», в ручном происходит принудительный импорт-экспорт данных соответствующими кнопками.

Реализация управляющих программ для экспериментальной установки базировалась на проведенных на предыдущих этапах исследований [13], предполагавших сушку пшеницы при следующих факторах: $W_3=14\div 26\%$ (исходная влажность зерна); $T_{свч}/T_{ц}=0\div 0,5$ (отношение времени обработки СВЧ-полем к времени цикла); $T_{возд}=20\div 40\text{ }^\circ\text{C}$ (температура агента сушки). По результатам экспериментальных исследований получены зависимости времени сушки, t и затрат на удаление килограмма влаги, Q , МДж/кг, от указанных исходных параметров процесса (W_3 ; $T_{свч}/T_{ц}$; $T_{возд}$).

Результаты и обсуждение.

В результате обработки результатов эксперимента получена следующая зависимость скорости влагоудаления, dW/dr , %/мин, от текущей влажности зерна и относительного времени СВЧ воздействия:

$$dW / dt = 1,87 - 0,2059 \cdot W_3 + 0,08666 \cdot \frac{T_{свч}}{T_{ц}} + 0,00603 \cdot W_3^2 - 0,007 \cdot W_3 \cdot \frac{T_{свч}}{T_{ц}} + 0,1376 \cdot \left(\frac{T_{свч}}{T_{ц}} \right)^2, (5)$$

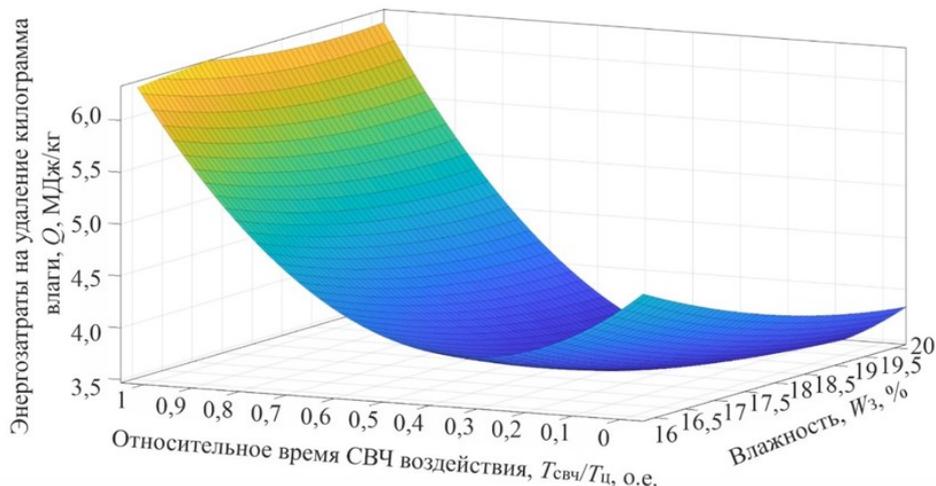


Рис. 8 – Поверхность отклика энергозатрат удаления влаги

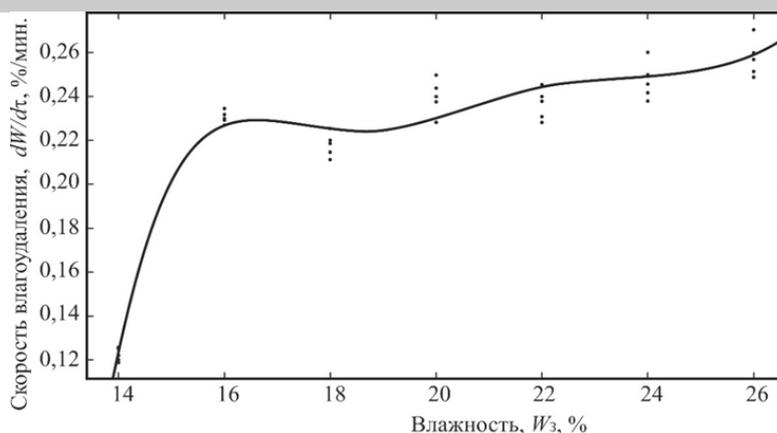


Рис. 9 – Результаты эксперимента по реализации режима максимальной скорости удаления влаги

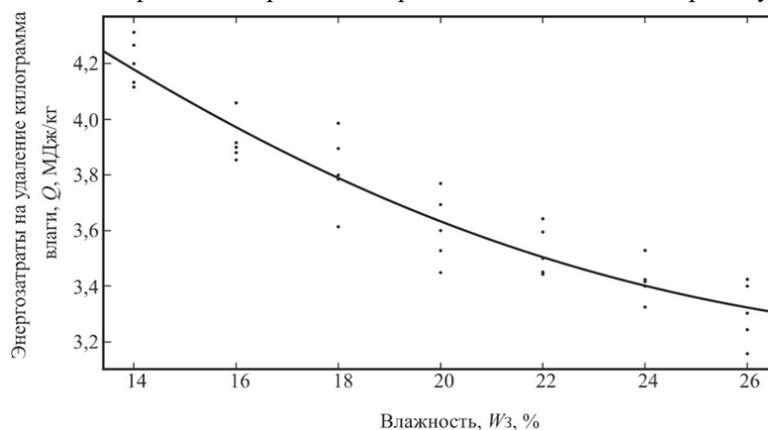


Рис.10 – Результаты эксперимента по реализации режима минимальных энергозатрат

где W_3 – текущая влажность зерна, %;
 $\frac{T_{СВЧ}}{T_{Ц}}$ – относительное время СВЧ воздействия (отношение времени обработки СВЧ-полем к времени цикла), о.е.

Показатели качества модели:
 SSE=0,0008739; R²= 0,9574.

Зависимость энергозатрат на удаление килограмма влаги, Q, МДж/кг, от текущей влажности зерна и относительного времени СВЧ воздействия:

$$Q = 16,86 - 1,242 \cdot W_3 - 4,933 \cdot \frac{T_{СВЧ}}{T_{Ц}} + 0,02917 \cdot W_3^2 + 0,1 \cdot W_3 \cdot \frac{T_{СВЧ}}{T_{Ц}} + 5,067 \cdot \left(\frac{T_{СВЧ}}{T_{Ц}}\right)^2 \quad (6)$$

Показатели качества модели: SSE=0,1111; R²=0,9883.

На рисунках 7 и 8 представлены поверхности отклика, полученные в результате обработки экспериментальных данных при температуре агента сушки 20 °С. Данные результаты позволяют реализовывать управление оборудованием по целевым функциям (1) и (2), указанным ранее.

В процессе работы, помимо контроля наличия материала, и первичного определения влажности зернового слоя производится контроль текущей влажности зерна.

Так как в процессе СВЧ-конвективного воздействия происходит изменение формы связи влаги в зерне, необходимо проводить тарировку существующих средств измерения

влажности, либо разработка новых. В случае измерений в микроволновом поле измерение может быть основано на ослаблении напряженности поля по мере проникновения в слой обрабатываемого зерна.

Экспериментальные данные реализации управляющих программ для пшеницы влажностью 14-26% представлены на рисунках 9 и 10.

На графике скорости влагоудаления четко выражена зона изменения связи влаги в зерне на уровне влажности 16-17%. В зоне большего уровня влажности работа осуществляется с минимальным включением источников микроволновой мощности или полностью без их участия. В этом случае глубина проникновения микроволнового поля в зерно уменьшается до значений, не позволяющих проводить равномерную обработку зернового слоя. Таким образом, наиболее рациональным с точки зрения процесса сушки с применением микроволнового поля на частоте 2,45 ГГц, является использование источников СВЧ при влажности зерна менее 17%.

График зависимости энергоемкости сушки демонстрирует уровень затрат энергии на испарение кг влаги на низком уровне, однако стоит учитывать, что при минимальных затратах увеличивается время сушки.

Предварительный расчёт экономической эффективности внедрения одной установки комбинированной СВЧ-конвективной сушки зерна, работающей под управлением разрабо-

танной системы и рассчитанной на производительность производительностью 5 тонн в час позволяет получить годовую экономию на один тонну обработанного зерна до 30,82 рублей, при этом чистый дисконтированный доход на восьмой год реализации проекта составил 5231,2 тыс. руб. (с учетом дисконтирования 1090,10 тыс. руб.); простой срок окупаемости капитальных вложений составил 3,6 года, а дисконтированный 5,4 года.

Выводы.

Определение текущей влажности зернового слоя в процессе СВЧ-конвективной обработки возможно по степени ослабления напряженности электромагнитного поля. Таблица может быть выполнена на основе результатов электродинамического моделирования

по справочным и экспериментальным данным о диэлектрических свойствах обрабатываемых материалов с последующей корректировкой на основе экспериментальных исследований.

Применение разработанной системы экспериментальной установки микроволнового воздействия на зерно позволяет реализовать управление по оптимальным критериям управления, при этом средняя энергоемкость сушки пшеницы с 20 до 14 % составляет 3,7 МДж на кг испаренной влаги.

Реализация системы управления технологическим процессом электрофизического воздействия с обучением и подкреплением позволяет производить накопление статистических данных и выработку режимов работы оборудования по более полным данным.

Литература

1. An Activated Potassium Phosphate Fertilizer Solution for Stimulating the Growth of Agricultural Plants / S.V. Belov, Y.K. Danyleiko, A.P. Glinushkin, V.P. Kalinitchenko [et al.] // *Frontiers in Physics*. 2020. Vol. 8:618320. doi: 10.3389/fphy.2020.618320.
2. Kliuchnikov A. Development of new method of drying at energy-saving universal dryer to improve quality of crops used in fodder production // *Engineering for rural development*. Jelgava. 2019. 22.-24.05. doi: 10.22616/ERDev2019.18.N237.
3. Experimental investigation and mathematical modeling of the unsteady drying kinetics of durum wheat grains / H. Bagar, A. El Afif, I. Mrani // *Moroccan Journal of Chemistry*. 2021. Vol. 9. No. 3. P. 499-512. doi: https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v9i3.26982.
4. Research Methodology for Microwave-Convective Processing of Grain / A.N. Vasiliev, V. P. Goryachkina, D.A. Budnikov // *International Journal of Energy Optimization and Engineering (IJEEO)*. April-June 2020. Vol. 9 No. 2. Article: 1. Pages: 11. doi: 10.4018/IJEEO.2020040101.
5. Heat and Mass Transfer on the Microwave Drying of Rough Rice Grains: An Experimental Analysis / E.G. Silva, R.S. Gomez, J.P. Gomes, W.P. Silva [et al.] // *Agriculture*, 2021, Vol. 11. No. 8. doi: https://doi.org/10.3390/agriculture11010008.
6. Impact of specific energy input of a 915 MHz microwave dryer on quality, functional, and physicochemical properties of different rice cultivars / R.M. Bruce, G.G. Atungulu, S. Sadaka, D. Smith // *Cereal Chemistry*. 2021. No. 98. P. 557– 570. doi: https://doi.org/10.1002/cche.10398.
7. Effect of microwave pretreatment on the exchange energy of forage barley / A. Belov, A. Vasilyev, A. Dorokhov // *Journal of Food Process Engineering*. 2021. Vol. 44. No. 4. doi: 10.1111/jfpe.13785.
8. A neural network model used in continuous grain dryer control system / Y. Jin, K.W. Wong, D. Yang, Z. Zhang, W. Wu, J. Yin // *Drying Technology*. 2021. doi: 10.1080/07373937.2021.1891930.
9. Management of technological processes of transportation and drying of grain / V.S. Kudryashov, M.V. Alekseev, A.V. Ivanov, I.A. Kozenko, S.V. Ryazantsev // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. No. 640 062016. doi: 10.1088/1755-1315/640/6/062015.
10. Intelligent Monitoring and Control of Grain Continuous Drying Process Based on Multi-Parameter Corn Accumulated Temperature Model / Y. Wu, W. Wu, F. Han, Y. Zhang, Y. Xu // *International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA)*. Changsha. China. May 27–28. 2017. P. 77–80.
11. Modelling of a Conveyor-Belt Grain Dryer Utilizing a Sigmoid Network / O.F. Lutfy, H. Selamat, S.B.M. Noor // *10th Asian Control Conference (ASCC)*. Kota Kinabalu. Malaysia. 2015. P. 1–5.
12. A neural-network-based model predictive control scheme for grain dryers / L. Honglu, C. Songlin // *Drying Technology*. 2019. Vol. 38. No. 8. doi: 10.1080/07373937.2019.1611598.
13. Будников Д.А. Экспериментальное исследование коэффициента равномерности распространения микроволнового поля шести источников СВЧ // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68. N1(42). С. 3-7. doi: 10.22314/2658-4859-2021-68-1-3-7.

Сведения об авторах:

Будников Дмитрий Александрович, доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории электрофизического воздействия на сельскохозяйственные объекты и материалы
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ"

адрес для связи: 140010, Московская обл., г Люберцы, мкр. Зенино ЖК Самолёт, ул. Вертолетная, д. 4, корп. 2, кв. 366

телефон: +7 (968) 624-50-66

e-mail: dimml3@inbox.ru

CONTROL SYSTEM OF AN EXPERIMENTAL INTALLATION FOR ELECTROPHYSICAL EFFECTS ON GRAIN

D.A.Budnikov

Abstract. Currently, the development of effective control systems for technological equipment is still actual problem. This project aims to develop and manufacture a learning control system that can implement control according to specified drying criteria and operating on the basis of changes in the moisture content of the processed material. This arti-

cle presents the results of the development of a control system for a laboratory setup of electrophysical effects on grain. During this work elements of experimental planning, elements of statistical processing, computer modeling by using applied software for electrodynamic modeling, development of SCADA systems and programming of control equipment were used. The experiments were carried out using certified measuring equipment. The value of the research results lies in determining energy-efficient operating modes of grain processing equipment using a microwave field. The scientific novelty of the research consists in determining the grain wetness by the relative decrease voltage of the electromagnetic field in the layer of processed grain. Main provisions: the application of the developed humidity level control system allows you to determine the wetness content of the grain layer during processing by a microwave field; the implementation of one setup of combined microwave-convective drying of grain with a capacity of 5 tons per hour, operating under the control of the developed system and designed for productivity, allows you to get an income of 5231.2 thousand rubles for eight years of project implementation, while the simple payback period of capital investments will be 3.6 years. Conclusions: the using of the developed system by the experimental installation of microwave effecting on grain makes it possible to implement control according to relevant control criteria, while the average energy consumption of wheat drying from 20 to 14% stands at 3.7 MJ per kg of evaporated moisture; the implementation of the control system for the technological process of electrophysical exposure with further improvement allows for the accumulation of statistical information and the developing of operating modes of equipment according to more complete data.

Key words: energy efficiency; relevant criteria; electrophysical effect; grain drying; control system.

References

1. Belov SV, Danyleiko YK, Glinushkin AP, Kalinitchenko VP. An activated potassium phosphate fertilizer solution for stimulating the growth of agricultural plants. *Frontiers in Physics*. 2020. Vol.8: 618320. doi: 10.3389/fphy.2020.618320.
2. Kliuchnikov A. Development of new method of drying at energy-saving universal dryer to improve quality of crops used in fodder production. *Engineering for rural development*. Jelgava. 2019; 22-24.05. doi: 10.22616/ERDev2019.18.N237.
3. Bagar H, El Afif A, Mrani I. Experimental investigation and mathematical modeling of the unsteady drying kinetics of durum wheat grains. *Moroccan Journal of Chemistry*. 2021; Vol. 9. No. 3. 499-512 p. doi: <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v9i3.26982>.
4. Vasiliev AN, Goryachkina VP, Budnikov DA. Research methodology for microwave-convective processing of grain. *International Journal of Energy Optimization and Engineering (IJEEO)*. April-June 2020; Vol. 9. No. 2. Article: 1. Pages: 11. doi: 10.4018/IJEEO.2020040101.
5. Silva EG, Gomez RS, Gomes JP, Silva WP. Heat and mass transfer on the microwave drying of rough rice grains: an experimental analysis. *Agriculture*. 2021; Vol. 11. No. 8. doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture11010008>.
6. Bruce RM, Atungulu GG, Sadaka S, Smith D. Impact of specific energy input of a 915 MHz microwave dryer on quality, functional, and physicochemical properties of different rice cultivars. *Cereal Chemistry*. 2021; No. 98. 557-570 p. doi: <https://doi.org/10.1002/cche.10398>.
7. Belov A, Vasilyev A, Dorokhov A. Effect of microwave pretreatment on the exchange energy of forage barley. *Journal of Food Process Engineering*. 2021; Vol. 44. No. 4. doi: 10.1111/jfpe.13785.
8. Jin Y, Wong KW, Yang D, Zhang Z, Wu W, Yin J. A neural network model used in continuous grain dryer control system. *Drying technology*. 2021; doi: 10.1080/07373937.2021.1891930.
9. Kudryashov VS, Alekseev MV, Ivanov AV, Kozenko IA, Ryazantsev SV. Management of technological processes of transportation and drying of grain. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; No. 640 062016. doi: 10.1088/1755-1315/640/6/062015.
10. Wu Y, Wu W, Han F, Zhang Y, Xu Y. Intelligent monitoring and control of grain continuous drying process based on multi-parameter corn accumulated temperature model. *International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA)*. Changsha. China. May 27-28. 2017; 77-80 p.
11. Lutfy OF, Selamat H, Noor SBM. Modelling of a conveyor-belt grain dryer utilizing a sigmoid network. 10th Asian Control Conference (ASCC). Kota Kinabalu. Malaysia. 2015; 1-5 p.
12. Honglu L, Songlin C. A neural-network-based model predictive control scheme for grain dryers. *Drying technology*. 2019; Vol.38. 8. doi: 10.1080/07373937.2019.1611598.
13. Budnikov DA. [Experimental study of the coefficient of uniformity of propagation of the microwave field of six microwave sources]. *Elektrotehnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2021; Vol.68. 1(42). 3-7 p. doi: 10.22314/2658-4859-2021-68-1-3-7.

Authors:

Budnikov Dmitry Aleksandrovich - Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of electrophysical impact on agricultural objects and materials.

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM"

Address: 140010, Moscow region, Lyubertsy, md. Zenino ZhK Samolet, st.Helicopter, d. 4, building. 2, apt. 366, phone: +7 (968) 624-50-66, e-mail: dimm13@inbox.ru

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ФИЛЬТРОВАНИЯ СУСПЕНЗИИ НЕНЬЮТОНОВСКОГО ПОВЕДЕНИЯ В НАМЫВНЫХ ФИЛЬТРАХ

Р.И. Ибятгов

Реферат. Исследования проводились с целью математического моделирования процесса фильтрации тонкодисперсных неньютоновских суспензий в намывных фильтрах периодического действия. Для описания реологического состояния среды использована модель степенной жидкости. В начале цикла фильтрации намывается слой вспомогательного материала, который используется в качестве фильтрующей перегородки. Тонкодисперсная суспензия в процессе фильтрации образует второй слой, по мере нарастания которого возрастает сопротивление, оказываемое потоку жидкой фазы. Фильтровальный цикл завершается после достижения критических значений давления, либо производительности в зависимости от режима работы аппарата. Уравнения фильтрации записаны в цилиндрической системе координат отдельно для каждого слоя. На границе раздела слоев учтены скачки давления и скорости, возникающие из-за отличия порозности. Для расчета толщины образуемого слоя осадка построена дифференциальная уравнение. Показано, что построенная математическая модель может быть использована для расчета фильтрации суспензий с линейной моделью реологического состояния, если выполнить предельный переход $n \rightarrow 1$. Также показано, что после предельного перехода $R \rightarrow \infty$, результаты работы позволяют моделировать процесс фильтрации неньютоновских сред в фильтрах пластинчатого типа. Численные расчеты проведены для режима фильтрации с постоянной скоростью. Исследованы закономерности влияния эквивалентной вязкости, степени нелинейности среды, а также исходной концентрации дисперсной фазы на процесс фильтрации. Показано, что при увеличении этих параметров предельное значение давления в аппарате достигается раньше, что приведет к сокращению времени фильтровального цикла.

Ключевые слова: намывной фильтр, степенная модель жидкость, фильтрация суспензии, слой осадка.

Введение. Фильтрация жидкостей с тонкодисперсными примесями встречается во многих отраслях народного хозяйства [1, 2, 3]. В качестве примера можно назвать проблему восстановления технических масел, подготовку технической воды промышленности, очистку масел растительного происхождения и сгущения фруктовых соков в пищевой промышленности. Одним из методов фильтрации тонкодисперсных суспензий является использование вспомогательных фильтрующих материалов. Вспомогательный фильтрующий материал может быть добавлен в исходную суспензию с целью повышения проницаемости слоя образуемого осадка. Тогда рассматривается процесс фильтрации трехфазной гетерогенной среды. Вспомогательный фильтрующий материал может быть использован в качестве фильтрующей перегородки. В этом случае он намывается отдельно в виде нижнего слоя в начале цикла фильтрации. Тонкодисперсная суспензия фильтруется через нижний слой, образуя слой тонкодисперсных частиц. При этом возникает задача расчета фильтрации среды через двойной слой осадка, когда толщины верхнего слоя является переменной величиной. В настоящее время изучение процесса фильтрации неньютоновских сред с тонкодисперсными частицами на многослойных проницаемых подложках остается актуальной задачей [4, 5, 6].

Цель исследований - математическое моделирование и численный расчет процесса фильтрации тонкодисперсных неньютоновских суспензий, подчиняющихся степенной модели

реологического состояния среды, в намывных фильтрах периодического действия.

Условия, материалы и методы. Многие аномально вязкие среды хорошо описываются моделью степенной жидкости. При этом обобщенное уравнение фильтрации имеет вид [7, 8, 9]

$$\sqrt[n]{V} |V|^{n-1} = - \frac{K_i}{\Psi} \nabla P \quad (1)$$

В данном уравнении параметр n указывает на степень нелинейности среды. При значении $n=1$ получаем классическое уравнение фильтрации Дарси. Через коэффициенты K_i – обозначены проницаемости слоев пористого осадка. Величина Ψ называется эквивалентной вязкостью. Она зависит не только от реологических параметров жидкости, но и от пористости и проницаемости соответствующих слоев осадка. Для вычисления эквивалентной вязкости известны разные формулы, которые справедливы при определенных диапазонах изменения скорости и конкретных моделей пористой среды [9].

Существуют разные конструкции намывных фильтров периодического действия – пластинчатые, трубчатые [10, 11, 12]. Возможны разные режимы их работы: фильтрация при постоянной разности давлений, фильтрация при постоянной скорости, а также фильтрация при переменных разности давлений и скорости. В этих аппаратах предварительно намывается нижний фильтрующий слой с достаточно высокой проницаемостью, через которого фильтруется тонкодисперсная суспензия. По мере увеличения толщины второго слоя возрастает сопротивление, оказываемое

потоку жидкой фазы. В режиме фильтрования при постоянной разности давлений уменьшается производительность, в режиме фильтрования при постоянной скорости увеличивается разность давлений. После достижения их предельных значений цикл работы аппарата прекращается. Далее выполняется промывка фильтрующего элемента, и далее цикл повторяется заново.

Результаты и обсуждение. Пусть на поверхности трубчатого фильтра образован слой вспомогательного материала толщины $\delta = const$. В процессе фильтрования тонкодисперсной суспензии происходит накопление второго слоя осадка $h(t)$. Уравнения фильтрации (1) для соответствующих слоев в цилиндрической системе координат имеют вид

$$V_\delta^n = -\frac{K_\delta}{\Psi_\delta} \frac{\partial P_\delta}{\partial r} \quad (2)$$

$$V_h^n = -\frac{K_h}{\Psi_h} \frac{\partial P_h}{\partial r} \quad (3)$$

Запишем уравнения сохранения массы

$$\frac{\partial(rV_\delta)}{\partial r} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial(rV_h)}{\partial r} = 0 \quad (5)$$

Для решения уравнений фильтрации и сохранения массы необходимо задавать граничные условия. В рабочей зоне фильтра создается давление P , которое определяется с учетом режима работы аппарата. В математической модели это давление задается на поверхности верхнего слоя осадка

$$r = R + \delta + h(t): \quad P_h = P \quad (6)$$

На границе раздела двух слоев задаются условия сшивания для давления и скорости. Поскольку пористости разных слоев осадка различаются, на границе раздела произойдет скачкообразное изменение давления и скорости фильтрации. Эти условия могут быть записаны в виде [13]

$$r = R + \delta: \quad P_h - \frac{\rho}{2} \frac{\varepsilon_\delta^2 - \varepsilon_h^2}{\varepsilon_h^2} V_\delta^2 = P_\delta, \quad \varepsilon_h V_h = \varepsilon_\delta V_\delta \quad (7)$$

где $\varepsilon_\delta, \varepsilon_h$ - пористости нижнего и верхнего слоев осадка.

На поверхности фильтрующего трубчатого элемента задается выходное давление

$$r = R: \quad P_\delta = P_0 \quad (8)$$

Решение системы уравнений (2), (3), (4) и (5) при заданных граничных условиях (6), (7), (8) не представляет труда. После интегрирования уравнения (4) имеем

$$V_\delta = \frac{C_1}{r} \quad (9)$$

После подстановки зависимости (9) можно

проинтегрировать уравнения фильтрации (2)

$$C_1^n \frac{r^{1-n}}{1-n} = -\frac{K_\delta}{\Psi_\delta} P_\delta + C_2$$

Постоянного интегрирования C_2 определим из условия (8). Тогда последнее соотношение примет вид

$$C_1^n \frac{r^{1-n} - R^{1-n}}{1-n} = \frac{K_\delta}{\Psi_\delta} (P_0 - P_\delta)$$

Отсюда найдем

$$P_\delta = P_0 - C_1^n \frac{K_\delta}{\Psi_\delta} \frac{r^{1-n} - R^{1-n}}{1-n} \quad (10)$$

Аналогично проинтегрируем уравнения (3) и (5). Если интеграл уравнения (5) представим в виде

$$V_h = \frac{C_3}{r}$$

то решения уравнения (3), с учетом граничного условия (6), запишется так

$$C_3^n \cdot \frac{r^{1-n} - (R + \delta + h)^{1-n}}{1-n} = \frac{K_h}{\Psi_h} (P - P_h) \quad (11)$$

Условие сшивания скоростей $\varepsilon_h V_h = \varepsilon_\delta V_\delta$ на границе $r = R + \delta$ дает зависимость $\varepsilon_h C_3 = \varepsilon_\delta C_1$. При этом постоянная интегрирования C_3 выражается через константу C_1 в виде:

$$C_3 = \frac{\varepsilon_\delta^n}{\varepsilon_h^n} C_1^n$$

Тогда зависимость (11) можно представить следующим образом

$$P_h = P - C_1^n \frac{\varepsilon_\delta^n}{\varepsilon_h^n} \frac{K_h}{\Psi_h} \frac{r^{1-n} - R^{1-n}}{1-n} \quad (12)$$

Полученные соотношения для давлений (10) и (12) должны выполнять граничное условие (7), с помощью которого определяется постоянное интегрирования C_1 . После определения C_1 , в результате несложных преобразований, для расчета скоростей фильтрации окончательно получим

$$-V_h^n r^n \left[\frac{\Psi_h (R + \delta + h)^{1-n} - (R + \delta)^{1-n}}{K_h (1-n)} + \frac{\varepsilon_h^n \Psi_\delta (R + \delta)^{1-n} - R^{1-n}}{\varepsilon_\delta^n K_\delta (1-n)} \right] + \frac{\rho}{2} \frac{\varepsilon_\delta^2 - \varepsilon_h^2}{\varepsilon_\delta^2} V_h^2 = P - P_0, \quad (13)$$

$$V_\delta = \frac{\varepsilon_h}{\varepsilon_\delta} V_h \quad (14)$$

Уравнения (13), (14) позволяют вычислять скорость фильтрации сплошной фазы суспензии в аппаратах трубчатого типа. Полученные уравнения могут быть преобразованы для расчета фильтровальных аппаратов пластинчатого типа. Для этого необходимо выполнить предельный переход $R \rightarrow \infty$. Предварительно проведем необходимые преобразования.

Несложно показать, что

$$(R + \delta)^{1-n} - R^{1-n} = R^{1-n} \left[\left(1 + \frac{\delta}{R} \right)^{1-n} - 1 \right]$$

$$(R + \delta + h)^{1-n} - (R + \delta)^{1-n} = (R + \delta)^{1-n} \left[\left(1 + \frac{h}{R + \delta} \right)^{1-n} - 1 \right]$$

Выполним предельный переход $R \rightarrow \infty$, используя замечательный предел

$$\lim_{x \rightarrow 0} (1 + x)^n = 1 + nx.$$

после замены переменных $1/R = x$ или $1/(R + \delta) = x$. С учетом того, что при условии $R \rightarrow \infty$ имеет место предел $r/R \rightarrow 1$, получим

$$\frac{r^n}{1-n} \left[(R + \delta)^{1-n} - R^{1-n} \right] = \delta$$

$$\frac{r^n}{1-n} \left[(R + \delta + h)^{1-n} - (R + \delta)^{1-n} \right] = h$$

Тогда, уравнение (13) для фильтровальных аппаратов пластинчатого типа примет вид

$$\frac{\rho}{2} \frac{\varepsilon_\delta^2 - \varepsilon_h^2}{\varepsilon_\delta^2} V_h^2 - V_h^n \left(\frac{\Psi_h}{K_h} \frac{\varepsilon_\delta^n}{\varepsilon_h^n} h + \frac{\Psi_\delta}{K_\delta} \delta \right) = P - P_0 \quad (15)$$

а уравнение (14) остается в силе.

Если фильтруемая среда подчиняется линейному реологическому закону состояния, то уравнения (13) также необходимо преобразовывать, используя предельный переход $n \rightarrow 1$. С помощью замечательного предела

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{a^x - 1}{x} = \ln a$$

можно показать, что имеет место равенства

$$\lim_{n \rightarrow 1} \frac{(R + \delta)^{1-n} - R^{1-n}}{1-n} = \ln \frac{R + \delta}{R}$$

$$\lim_{n \rightarrow 1} \frac{(R + \delta + h)^{1-n} - (R + \delta)^{1-n}}{1-n} = \ln \frac{R + \delta + h}{R + \delta}$$

Тогда уравнение (13) преобразуется к виду

$$\frac{\rho}{2} \frac{\varepsilon_\delta^2 - \varepsilon_h^2}{\varepsilon_\delta^2} V_h^2 - V_h^n \left(\frac{\Psi_h}{K_h} \ln \frac{R + \delta + h}{R + \delta} + \frac{\varepsilon_h}{\varepsilon_\delta} \frac{\Psi_\delta}{K_\delta} \ln \frac{R + \delta}{R} \right) = P - P_0 \quad (16)$$

Построим уравнение для расчета толщины слоя осадка. При заданной концентрации дисперсных частиц \dot{a}_T , их приток на элементарную площадку $\Delta S = (R + \delta + h)\Delta l$ составляет

$$q(t) = \int_0^t \alpha_T V \Delta S dt$$

Продифференцируем данное соотношение с учетом условия $(1 - \dot{a}_T)V = \varepsilon_h V_h$ на границе осадок-суспензия

$$\frac{dq}{dt} = \frac{\varepsilon_h \alpha_T}{1 - \alpha_T} V_h \Delta S \quad (17)$$

С другой стороны за время Δt объем слоя осадка на единичной площадке ΔS изменится на величину $\Delta q = (1 - \varepsilon_h)\Delta S \Delta h$

Разделим обе части данного равенства на Δt и выполним предельный переход $\Delta t \rightarrow 0$:

$$\frac{dq}{dt} = (1 - \varepsilon_h)\Delta S \frac{dh}{dt} \quad (18)$$

Приравняв правых частей соотношений (17) и (18), для расчета изменения толщины

верхнего слоя осадка получим дифференциальное уравнение

$$\frac{dh}{dt} = \frac{\alpha_T \varepsilon_h}{(1 - \alpha_T)(1 - \varepsilon_h)} V_h \quad (19)$$

Построенное уравнение решается с начальным условием $h=0$ при $t=0$.

Численные расчеты по построенным математическим моделям были проведены в безразмерных переменных

$$\tilde{r} = \frac{r}{R}, \quad \tilde{\delta} = \frac{\delta}{R}, \quad \tilde{h} = \frac{h}{R}, \quad \tilde{V}_i = \frac{V_i}{V_*}, \quad \tilde{K}_i = \frac{K_i}{R^2}, \quad \tilde{P} = \frac{P - P_0}{\rho V_*^2}, \quad \tilde{t} = \frac{V_*}{R} t$$

где V_* - характерная скорость, которая вычисляется через число Рейнольдса. В частности, после перехода к безразмерным переменным, уравнение (13) примет следующий вид (знаки тильда ~ опущены)

$$\frac{\varepsilon_\delta^2 - \varepsilon_h^2}{2\varepsilon_\delta^2} V^{2-n} - V^n \left(\frac{1}{\text{Re}_i K_h} \frac{(1 + \delta + h)^{1-n} - (1 + \delta)^{1-n}}{1-n} + \frac{\varepsilon_h^n}{\varepsilon_\delta^n} \frac{1}{\text{Re}_\delta K_\delta} \frac{(1 + \delta)^{1-n} - 1}{1-n} \right) = P$$

$$\text{Re}_i = \frac{R V_*^{2-n} \rho}{\Psi_i}$$

где

При этом вид уравнения (19) не изменится.

Некоторые результаты расчетов, для режима фильтрования с постоянной скоростью, приведены на рисунках 1-3. В режиме фильтрования с постоянной скоростью, по мере увеличения толщины осадка, происходит возрастание давления в аппарате.

На процесс фильтрации сильно влияют реологические параметры суспензии Ψ_i и n . Эквивалентная вязкость среды обратно пропорциональна числу Рейнольдса Re . На рис. 1 показано влияние параметра Re на интенсивность возрастания давления. Как видим, более интенсивный рост давления наблюдается при малых значениях числа Re . Следовательно, при увеличении эквивалентной вязкости среды, предельное значение давления в аппарате достигается раньше, что приведет к сокращению времени фильтровального цикла. Влияние степени нелинейности среды n показано на рис. 2. При увеличении этого параметра давление в аппарате растет быстрее, следовательно, сокращается время достижения критического давления.

При фильтровании суспензий с повышенной концентрации нарастание слоя осадка происходит более интенсивно. В результате этого быстрее растет давление в аппарате и сокращается длительность фильтровального цикла (рис.3).

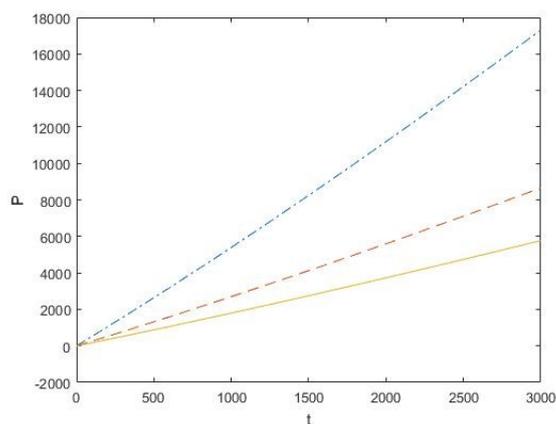


Рис. 1. Изменение безразмерного давления от безразмерного времени при различных значениях числа Рейнольдса для $n=0.5$, $\dot{\alpha}=0.01$: $Re=100$ – штрихпунктирная линия, $Re=200$ – пунктирная линия, $Re=300$ – сплошная линия.

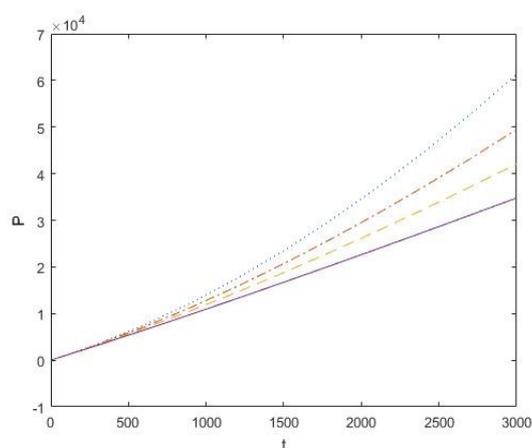


Рис. 2. Изменение безразмерного давления от безразмерного времени при различных значениях параметра нелинейности n для $Re=100$, $\dot{\alpha}=0.01$: $n=1.7$ – пунктирная линия, $n=1.2$ – штрихпунктирная линия, $n=0.8$ – штриховая линия, $n=0.3$ – сплошная линия.

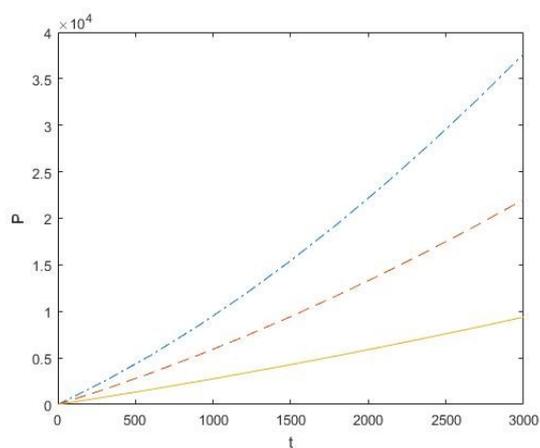


Рис. 3. Изменение безразмерного давления от безразмерного времени при различных значениях концентрации $\dot{\alpha}$ для $Re=100$, $n=1.5$: $\dot{\alpha}=0.015$ – штрихпунктирная линия, $\dot{\alpha}=0.01$ – штриховая линия, $\dot{\alpha}=0.005$ – сплошная линия.

Выводы. Построена математическая модель фильтрования тонкодисперсных суспензий, подчиняющихся степенной модели реологического состояния среды, в намывных фильтрах периодического типа. Для режима фильтрования с постоянной скоростью приве-

дены результаты численных расчетов. Установлены закономерности влияния эквивалентной вязкости, степени нелинейности среды, а также исходной концентрации дисперсной фазы, на длительность фильтровального цикла.

Литература

1. Ахмадиев Ф.Г., Фарахов М.И., Бекбулатов И.Г., Исынов Ч.Х. Математическое моделирование процесса фильтрации двухфазных суспензий в трубчатых фильтрах в неизотермических условиях // Теоретические основы химической технологии. – 2016. – Т. 50. – № 1. – С. 44.
2. Ибяттов, Р. И. О моделировании случайных процессов в агропромышленном комплексе / Р. И. Ибяттов, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 50-55.
3. Багайсков Ю.С. Разработка состава композиционного материала трубчатых фильтров для очистки технических жидкостей // Технология машиностроения. – 2013. - № 6. – С. 41-43.
4. Булышев Е.М., Худобин Л.В. Высокопроизводительные намывные фильтры // Водоочистка. – 2019. - № 6. – С. 51-62.
5. Ибяттов Р.И., Холпанов Л.П., Ахмадиев Ф.Г. Течение многофазной среды по проницаемой поверхности с образованием осадка // Инженерно-физический журнал. – 2005. – № 2. – С. 65-72.
6. Ибяттов Р.И., Холпанов Л.П., Ахмадиев Ф.Г., Бекбулатов И.Г. Математическое моделирование течения многофазной гетерогенной фазы по проницаемой трубе // Теоретические основы химической технологии. – 2005. – № 5. – С. 533-541.
7. Ю. Ф. Лачуга, Р. И. Ибяттов, Б. Г. Зиганшин. Моделирование траектории движения зерна по рабочим органам пневмомеханического шелушителя // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 4. – С. 73-76.
8. Жуков В.Г., Чесноков В.М., Лукин Н.Д. Получение кумулятивной функции удельной поверхности пористых сред по заданной гистограмме частотного распределения размеров пор // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 11. – С. 82-87.
9. Бернадинер М.Г., Ентов В.М. Гидродинамическая теория фильтрации аномальных жидкостей. М.: Наука, 1975. – 200 с.
10. Балашов В.А., Тябин Н.В. Фильтрация неньютоновских жидкостей, подчиняющихся степенному реологическому закону // Теоретические основы химической технологии. – 1989. – № 6. – С. 844-846.
11. Севинс Дж. Неньютоновское течение в пористой среде // Механика: Сборник переводов. М.: Мир. 1974. Вып. 2. – С. 59-115.
12. Гольдштик М.А. Процессы переноса в зернистом слое. Новосибирск, 1984. – 164 с.
13. Ю. Ф. Лачуга, Р. И. Ибяттов, Ю. Х. Шогенов // Метод расчета траектории движения зерна в пневмомеханическом шелушителе // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 6. – С. 64-67.

Сведения об авторах:

Ибяттов Равиль Ибрагимович – доктор технических наук, профессор, e-mail: r.ibyatov@mail.ru
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия.

NUMERICAL CALCULATION OF FILTRATION OF NON-NEUTONIAN SUSPENSION IN PRE-WASH FILTERS

R.I. Ibyatov

Abstract. The research was carried out with the aim of mathematical modeling of the process of filtering finely dispersed non-Newtonian suspensions in intermittent pre-wash filters. The power-law fluid model is used to describe the rheological state of the medium. At the beginning of the filtration cycle, a layer of auxiliary material is washed, which is used as a filtering partition. A finely dispersed suspension during the filtration process forms a second layer, as it grows, the resistance to the flow of the liquid phase increases. The filtration cycle ends after reaching the critical values of pressure or productivity, depending on the operating mode of the device. Filtration equations are written in a cylindrical coordinate system separately for each layer. At the interface between the layers, pressure and velocity jumps arising due to the difference in porosity are taken into account. To calculate the thickness of the formed sediment layer, a differential equation was built. It is shown that the constructed mathematical model can be used to calculate the filtration of suspensions with a linear model of the rheological state, if the passage to the limit is performed. It is also shown that after passing to the limit, the results of the work allow modeling the process of filtering non-Newtonian media in plate-type filters. Numerical calculations are carried out for the filtration mode with a constant speed. The regularities of the effect of equivalent viscosity, the degree of medium nonlinearity, as well as the initial concentration of the dispersed phase on the filtration process were studied. It is shown that with an increase in these parameters, the pressure limit in the apparatus reaches earlier, which will lead to a reduction in the filter cycle time.

Key words: priming filter, power model liquid, suspension filtering, sediment layer.

References

1. Akhmadiev FG, Farakhov MI, Bekbulatov IG, Isyanov ChKh. [Mathematical modeling of filtering process of two-phase suspensions in tubular filters under non-isothermal conditions]. *Teoreticheskie osno-vy khimicheskoi tekhnologii*. 2016; Vol.50. 1. 44 p.
2. Ibyatov, R. I. On modeling random processes in the agro-industrial complex / R. I. Ibyatov, B. G. Ziganshin // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – Pp. 50-55.
3. Bagaikov YuS. [Development of the composition of the composite material of tubular filters for the purification of technical liquids]. *Tekhnologiya mashinostroeniya*. 2013; 6. 41-43 p.
4. Bulyshev EM, Khudobin LV. [High-performance pre-wash filters]. *Vodoochistka*. 2019; 6. 51-62 p.
5. Ibyatov RI, Kholpanov LP, Akhmadiev FG, Bekbulatov IG. [Mathematical modeling of the flow of a multiphase heterogeneous fed through a permeable pipe]. *Teoreticheskie osnovy khimicheskoi tekhnologii*. 2005; 5. 533-541 p.
6. Ibyatov R.I., Kholpanov L.P., Akhmadiev F.G., Bikbulatov I.G. Mathematical modeling of the flow of a multiphase heterogeneous phase through a permeable pipe // *Theoretical foundations of chemical technology*. - 2005. – No. 5. – pp. 533-541.
7. Yu. F. Lachuga, R. I. Ibyatov, B. G. Ziganshin. Modeling of the grain movement trajectory by the working body of a pneumomechanical husker // *Russian agricultural science*. – 2020. – No. 4. – pp. 73-76.

8. Zhukov VG, Chesnokov VM, Lukin ND. [Obtaining the cumulative function of the specific surface area of porous media from a given histogram of the frequency distribution of pore sizes]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019; Vol. 33. 11. 82-87 p.
9. Bernadiner MG, Entov VM. . *Gidrodinamicheskaya teoriya fil'tratsii anomal'nykh zhidkosti*. [Hydrodynamic theory of filtration of anomalous liquids]. Moscow: Nauka. 1975; 200 p.
10. Balashov VA, Tyabin NV. *Teoreticheskie os-novy khimicheskoi tekhnologii*. [Filtration of non-Newtonian liquids subject to a power rheological law]. 1989; 6. 844-846 p.
11. Sevins Dzh. *Nen'yutonovskoe techenie v poristoi srede*. [Non-Newtonian flow in a porous medium]. *Mekhanika: Sbornik perevodov*. Moscow: Mir. 1974; Issue 2. 59-115 p.
12. Gol'dshtik M.A. *Protsessy perenosa v zernistom sloe*. [Transfer processes in a granular layer]. Novosibirsk. 1984; 164 p.
13. Yu. F. Lachuga, R. I. Ibyatov, Yu. Kh. Shogenov // Method of calculating the trajectory of grain movement in a pneumomechanical husker // *Russian Agricultural Science*. – 2021. – No. 6. – pp. 64-67.

Authors:

Ibyatov Ravil Ibragimovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: r.ibjatov@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЛАГОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА**Н.К. Мазитов, А.Р. Валиев, Л.З. Шарафиев, И.С. Мухаметшин**

Реферат. Принципиально новые машины для сельского хозяйства Республики начали создавать в 1980 году, когда заключили Договор о творческом сотрудничестве между Татарским НИИСХ (г. Казань), Всесоюзным институтом сельскохозяйственного машиностроения (ВИСХом, г. Москва), Всесоюзным институтом механизации (ВИМ, г. Москва), НИИ сельского хозяйства Центральных районов Нечерноземной Зоны (г. Немчиновка), Главным специализированным конструкторским Бюро по культиваторам и сцепкам «Красный Аксай», г. Ростов-на-Дону), Главным специализированным конструкторским Бюро ПО «Сибсельмаш» (г. Новосибирск), Литовской МИС (г. Каунас), Челябинским институтом механизации и электрификации сельского хозяйства (ЧИМЭСХ, г. Челябинск), Волгоградским тракторным заводом (г. Волгоград). Такой обширный состав нужен был для того, чтобы использовать все достижения страны по проблеме и применимость техники не только в Татарстане, а иметь обширный рынок сбыта и мировую конкурентоспособность. Научное руководство над комплексной работой взял на себя заместитель директора по сельскохозяйственному машиностроению ТатНИИСХ профессор Мазитов Н.К. Консультантами были академики В.М. Кряжков, Л.П. Кормановский, В.В. Бледных, И.С. Шатилов, Т.С. Мальцев.

Результаты исследований показали кратные преимущества Татарстанско-Ярославско-Уральского комплекса над зарубежными аналогами по производительности – до 2-х раз (по всей технологии – до 10,8 раз), по металлоемкости – до 3-4 раз, по ресурсосбережению – до 4-5 раз, по цене – до 7 раз, по урожайности и рентабельности – до 2-х раз при производстве до 85% хлебопекарной экологически чистой пшеницы 3 класса и исключение гибели пчёл на посевах рапса.

В 2015 году работа завершена как первая в России кратно-импортоопережающая и одобрена выездным заседанием секции механизации, электрификации и автоматизации отделения сельского хозяйства Российской академии наук в Казанский государственный аграрный университет.

Особое достоинство работы – высокий эффект в зонах недостаточного увлажнения Поволжья, Южного Урала, Зауралья, Сибири.

Ключевые слова: влагонакопление, семенное ложе, влагосохранение, себестоимость, рентабельность, экологическая безопасность, здоровое жизнеобеспечение.

Введение. В начале перестройки Президент Республики Татарстан М.Ш. Шаймиев предупреждал, что без соответствующей научной-методической подготовки нельзя начинать перестройку экономики. Не прислушались... В результате произошел обвал как в промышленном, так и в сельскохозяйственном производстве страны, который вызвал социальную нестабильность и политические волнения.

В стране появилась неотрицаемая Проблема: «Продовольственная, кормовая, фармацевтическая, зависимость России». Естественно, решить её – первая задача учёных. Отсюда цель работы – исключение продовольственной зависимости возрождение природоохранного экологического равновесия, гарантирования здорового жизнеобеспечения производством зерна высокого качества. Теоретические основы создания и исследований – теория Жюрена о капиллярном испарении влаги [1], теория Т.С. Мальцева [2]. Некоторое приближение к нашим исследованиям [3] имеют зарубежные публикации [4, 5].

Доказано, что создание и производство модульно-блочных машин практически окупается в первый же год эксплуатации. Поэтому было принято Постановление Правительства Республики Татарстан «О реализации Республиканской программы развития сельскохозяйственного машиностроения» от 19 декабря 1997 г. №906 [6]. Далее работа включена в программу возрождения регионального сель-

хозмашиностроения в Ассоциации «Большая Волга» [7, 8, 9].

Особая необходимость решения проблемы отмечена академиками Г.А. Романенко [10], И.Г. Ушачёвым [11]. Блочно-модульные культиваторы прошли государственные приемочные испытания во всех зональных МИСах, в т.ч.: Солнечногорске [12], Челябинске [13], Северо-Западной МИС [14], Владимирской МИС [15], Поволжской МИС [16], Литовской МИС [17], Кировской МИС [18]. Механизмы возникновения и развития эрозионных процессов, их предотвращение глубоко рассмотрены в работах многих авторов в настоящее время данными вопросами в Казанском ГАУ продолжают заниматься такие ученые как А.Р. Валиев, Б.Г. Зиганшин, Д.Т. Халиуллин, А.В. Матяшин, Ф.Ф. Яруллин, И.С. Мухаметшин и др. За последние годы работы авторами разработаны и апробированы в хозяйствах республики различные варианты почвообрабатывающих машин, способствующих качественной противэрозионной обработке почвы [19, 20].

Условия, материалы и методы. Перед республикой стала задача организации производства недорогой универсальной многофункциональной техники на пустующих заводах ВПК, организации сборки, сервиса и выполнения технологических операций групповыми механизированными отрядами машинно-технологических станций. НПО «Нива Татарстана» под научным руководством Российской



Рис. 1 – Качество работы двух культиваторов на Поволжской МИС:
слева – КПС-4+4-БЗТС-1, справа – КПС-4К

академии сельскохозяйственных наук (академик РАСХН Л.П. Кормановский, академик МАИ Н.К. Мазитов) создан комплекс защищенных патентами России унифицированных блочно-модульных культиваторов, позволяющих:

- проводить весенне-полевые работы за одну неделю вместо трех при снижении ресурсозатрат до 6 раз;
- максимально сохранить запасы почвенной влаги;
- снизить потребность в тракторах только на культивации на 30%, а в комплексе всех операций по предпосевной подготовке почвы – в 3 раза.

При этом важно учесть снижение расхода металла на изготовление культиватора (удельная металлоемкость в килограммах на 1 м захвата) и повышение производительности труда при одинаковой потребной тяговой мощности в 2...3 раза.

На основе проведенных разработок, испытаний, внедрения модульно-блочных культиваторов предложили восстановить в Российской Федерации и Республике Татарстан отрасль сельскохозяйственного машиностроения для разработки и производства всех полевых функциональных машин, конкурентоспособных на мировом рынке, заменяющих импорт аналогичных машин.

Проведен анализ состояния механизации, определены пути устранения негативных факторов, созданы новая энерго-ресурсосберегающая техника и противозасушливая природоохранная технология, а также комплекс заводов-производителей, проведены лабораторно-полевые, производственные и государственные испытания в сравнении с лучшими мировыми аналогами.

Организационные условия импортозамещения продовольствия и техники:

1. Безупречное экологическое качество без ГМО и химикатов;
2. Убедительная низкая себестоимость при высокой рентабельности;

3. Гарантированное массовое производство, полностью исключая потребность в импорте, обеспечивающие экспорт.

4. Максимальное внедрение органического земледелия, ограничение применения химикатов вплоть до исключения.

Механизм выполнения импортоопережающей технологии следующий:

1. Исключение применения сверхтяжелой переуплотняющей почву техники под видом энергонасыщенности и нехватки с неприемлемыми амортизационными отчислениями, которая у них не применяется;

2. Восстановление приемов влагонакопления, влагосохранения и повышения плодородия, исключив искусственные наводнения и надуманные ссылки на «засуху» и поздний посев;

3. Создание и освоение в производстве отечественного импортозамещающего технологического комплекса унифицированной модульно-блочной техники с кратным импортоопережением по всем удельным показателям производительности, потребной мощности, металла, расхода топлива и урожайности в различных почвенно-климатических зонах России.

4. Широкое внедрение нашей работы в учебные процессы всех ВУЗов на опыте Казанского ГАУ, Башкирского ГАУ, Вятский ГАУ, Ярославской ГСХА, РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева и др.

Результаты и обсуждение. Анализ качества обработки показал, что основной причиной потери влаги является некачественная поверхностная обработка [21]. Визуально она показана на рис.1 и 2. Первым шагом было совершенствование повсеместно применяемого культиватора КПС-4+4БЗСС-1 принципиально новыми выравнивающе-прикатывающе-мульчирующими рабочими органами, которые обеспечили лучшее качество работы по крошению и выравниванию.

Конструкция этих культиваторов на базе устаревших – послужила серьезным толчком в подъеме культуры земледелия как в

а.



б.



в.



г.



а – борона коническая ПБЛ-10; б – сравнение на аэрационном бороновании многолетней травы: слева – ПБЛ-10, справа зубовая борона БЗТС-1; в – сравнение на бороновании зяби: слева – БЗТС-1, справа – ПБЛ-10; г – сравнение на лушении: слева – ПБЛ-10, справа – луцильник ЛДГ-5
Рис.2 – Сравнительные испытания почвообрабатывающих машин

Татарстане, так и в соседних Республиках и областях Российской Федерации. Поэтому было принято Постановление республиканского межведомственного совета по координации общетраслевых планов внедрения достижений науки и техники и передового опыта Татарского НИИ сельского хозяйства в производство №1 от 10 сентября 1981г.

Следующим этапом развития механизации было создание специализированной бороны для аэрационной обработки многолетних трав – ПБЛ-10 (рис.4), одобренной уже выездным

заседанием научно-технического совета Министерства сельского хозяйства РСФСР. Протокол №26 от 19 августа 1983 г. Она прошла испытания на Поволжской, Северо-Восточной, Северо-Западной, Центральной, Северо-Кавказской, Минской и Литовской МИСах, показав повышение урожайности многолетних трав до 50%.

В соответствии с Постановлением Совета Министров СССР от 27 января 1983г. №99 «О мерах по повышению продуктивности природных сенокосов и пастбищ», Приказом



Слева – КПС-4+4БЗСС-1+шлейфы: глыбистость и гребнистость 7 см не отвечают агротребованиям посева зерновых. Справа – КБМ-15П: глыбы и гребни отсутствуют, выровненность – 100%.
Посев возможен на 2 см

Рис. 3 – Сравнение качества работы культиваторов

Министра тракторного и сельскохозяйственного машиностроения СССР от 21 февраля 1983г. №41 борона коническая для освоения естественных сенокосов и пастбищ поставлена на производство. На базе луцильника ЛДГ-10 (5,15, 20) разработано 12 технологически функциональных машин.

Эта работа в 1990 году удостоена Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники.

В 1990-1999 г.г. Татарстанские сельхозмашиностроители совместно с ГСКБ ПО «Сибсельмаш» создали испытали на производстве и государственных машиностроительных станциях однобрусные модульно-блочные культиваторы типа КБМ-10,5, выпускавшиеся

на 6 заводах Республики, в т.ч. в Казани, Буинске, Нурлате, Чистополе, Уруссу и В.Горе (рис. 3). Они показали значительные преимущества по сравнению с существующей технологией. Так, по урожайности – прибавка на 5-7 ц/га, выиграла в ресурсах – в 5-8 раз, расходу топлива – в 3 раза.

С 2000 года опыт Татарстана по блочно-модульному сельхозмашиностроению расширился до Челябинска, Ивановской и Ярославской областей России, а внедрение их до восточных границ Азиатской части Российской Федерации.

С целью упрощения складывания широкозахватной машины в транспортное положение – приняли рамную конструкцию, состоящую

Таблица 1 – Показатели экономической и энергетической эффективности применения блочно-модульных культиваторов

Показатели	Блочно-модульные культиваторы ТатНИИСХ			2КПС-4+8БЗСС-1,0	КПЗ-9,7	«Компактор» Германия	«Синхрожерм» Франция
	КБМ-10,5П	КБМ-15П	КБМ-15П				
Марка энергоносителя	Т-150К	Т-150К	Т-150К	Т-150К	Т-150К	Т-150К	Т-150К
Ширина захвата, м	8,4	10,5	15,9	8,0	9,7	6,0	4,0
Производительность, га/час	7,2	9,1	12,9	6,4	7,8	4,6	3,0
Удельный расход топлива, кг/м	2,8	2,6	2,5	6,8 (3,7/3,1)*	6,4 (3,3/3,1)*	7,0 (4,5/2,5)*	10,3 (7,8/2,5)*
Удельная металлоемкость основного агрегата, кг/м	250	350	340	350	330	750	1050
Прямые затраты на полную предпосевную подготовку почвы, руб/га	39,5 2	36,74	31,68	116, (54,37/62,55)	104,4 (41,85/62,55)*	139,63 (105,19/34,44)*	197,63 (163,19/34,44)*
Энергоемкость, МДж/ч	493	533	592	1186 (702/1184)*	1626 (442/1184)*	1317 (641/676)*	1287 (611/676)*
Дополнительные операции: боронование в два следа предпосевное прикатывание	- -	- -	- -	+ +	+ +	+ -	+ -

* в числителе – показатели основного агрегата; в знаменателе – показатели дополнительных агрегатов – боронование в два следа (ДТ-75+СП-16+2х12БЗСС-1,0); прикатывание (МТЗ-80+23ККШ-6)



а.



б.



в.

а – двухмодульный; б – четырех модульный (Патент №2120204, КБМ-8Н);
в – семимодульный

Рис.4 – Рамные конструкции широкозахватных блочно-модульных культиваторов для тракторов минимального тягового класса

из секций модулей, пакетов рабочих органов (рис. 4).

Конструктивную схему комплекса машин выбрали так, чтобы была полная универсализация для тракторов всех тяговых классов с оптимальной загрузкой. Показатели энергетической эффективности блочно-модульных культиваторов по сравнению с аналогами Германии и Франции представлены в таблице 1: они выгоднее в 2-3 -4 раза.

Комплекс блочно-модульной техники включает следующие функциональные операции и машины (рис.5, 6):

1. Лушение стерни (вагостимулирование по Жюрену);

2. Безотвальная зяблевая обработка почвы (вагопоглощение);

3. Глубокое чизельное рыхление (вагонакопление);

4. Предпосевная обработка почвы (вагосохранение по Т.С. Мальцеву);

5. Посев на равномерную глубину (равномерные всхожесть и созревание – вагопотребление);

6. Повсходовое боронование (вместо гербицидов) (вагозакрытие);

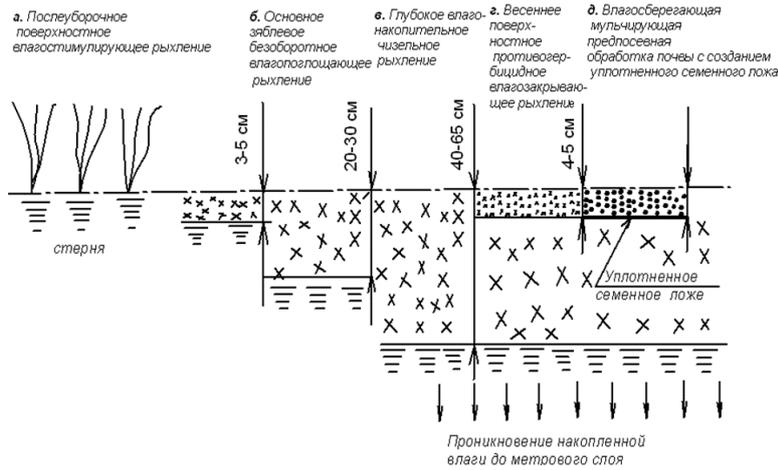


Рис.5 – Содержание влагонакапливающей технологии обработки почвы Патент РФ №2457651 от 16.02.2011



Рис.6 – Технологический комплекс флагмана российского аграрного машиностроения Ярославской импортозамещающей техники

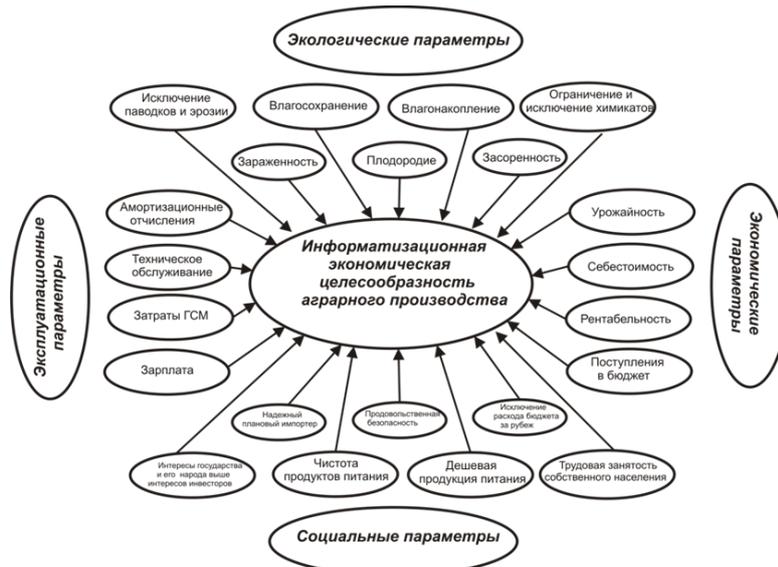
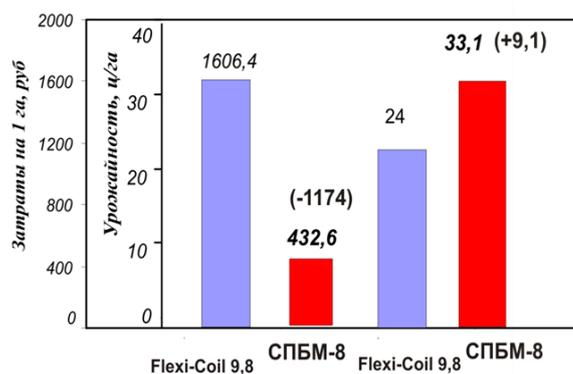


Рис.7 – Информатизационная основа возрождения конкурентоспособного научно-подтвержденного комплексного аграрного производства на основе инновации отечественной техники для растениеводства, животноводства и переработки при обязательном приоритете науки и образования над производством



а) Затраты меньше в 3,7 раза, а урожай больше - на 9 ц/га (1,4раза)

Сеялки		СПБМ-16П	Flexi-Coil 9,8	Solitaig 12
Показатели				
1	Ширина захвата, м	16	9,8	12
2	Марка тягового трактора	МТЗ-1221 Т-150К	New-Holland TJ 375	Deutz-Fahr Agrotzon 265
3	Тяговая мощность агрегата, кВт	69,7	104,0	126,1
4	Мощность энергетического средства, кВт	92	283	192
5	Скорость агрегата, км/ч	11,6	9,2	12,4
6	Производительность агрегата за час основного времени, га/ч	12,9	9,0	10,4
7	Себестоимость посева, руб/га	465	1643	702

б) Значимость сеялки СПБМ-16П и уровень соответствия мировым аналогам - сравнение посевных агрегатов (2010год)

Рис.8 – (а, б) Сравнение экономического эффекта комплексов

7. Уборка с измельчением и разбрасыванием соломы (влагоукрытие).

8. Исключение паводков

Технология влагонакопления и влагосбережения на основе блочно-модульной техники показала стабильные результаты в 2006-2018г.г. на полях площадью более 250 тыс. гектаров в АО «Востокзернопродукт». В любые годы: и в засушливые, переувлажненные, нормальные – урожайность зерновых культур была 30-35 ц/га.

В 2018 году – когда по Республике Татарстан урожайность была 22,5 ц/га, а в России – тоже около этого – там урожайность была 30 ц/га. Самое главное - еще пшеницы 3 класса было 85%, когда по России всего 22%. Здесь другие комментарии лишние... Только одно неотрицаемо: конкурентов нашим российской технологии и технике нет, сохраняем возможность проявления потенциальных показателей наших отечественных селекции и семеноводства, выбивая из рук основания некоторых тенденциозных «ученых-академиков» о вырождении наших сортов и необходимости обязательного внедрения западных.

Обоснован высококонкурентоспособный

российский комплекс. Вышеназванный перечень негативных явлений снимается первым в России комплексом почвообрабатывающей и вспомогательной техникой на базе тракторов «Кировец» - флагманов отечественного сельхозмашиностроения АО ПК «Ярославич» и Государственной Агропромышленной Лизинговой компании «Росагролизинг», продемонстрированным 22-23 июня 2018г. в г.Суздаль на 35-ом Чемпионате Европы по пахоте.

Многолетние (1970-2020г.г.) исследования, начатые в Республике Татарстан и продолженные в засушливых регионах России позволили разработать информатизационную основу создания высококонкурентоспособного сельскохозяйственного машиностроения (рис.7), подтвердившегося высокую экономическую конкуренцию по сравнению с лучшими мировыми аналогами (рис.8) [22, 23, 24, 25].

Применение сеялки СПБМ-16П выгоднее сравниваемых зарубежных агрегатов по Flexi-Coil 9.8 и Solitaig 12 по показателям потребной тяговой мощности на 33 и 45 %, производительности – на 43,3 и 24%%, себестоимости посева – на 81,7 и 33,8%%.

Общая экономическая эффективность на 1

гектар от использования комплекса техники РАН (СПБМ-8) по сравнению с Flexi-Coil $9.8 \sum \Delta = \Delta$ затрат + прибавка в урожайности = $1173,8 \text{ руб} + (9,1 \text{ ц/га} \cdot 800 \text{ руб/ц}) = 1173,8 + 7280 = 8454 \text{ руб/га}$.

Экономический эффект на 1 млн.га посевной яровой пшеницы – $8454 \text{ руб/га} \cdot 1\,000\,000 \text{ га} = 8\,454\,000\,000 \text{ руб} = 8,45 \text{ млрд. руб} / \text{ на } 1 \text{ млн. га}$.

Выводы.

1. На базе Республики Татарстан, Новосибирской, Челябинской и Ярославской обла-

стей разработаны технологии и комплекс техники для производства экологически чистой, экономически выгодной, продовольственной, кормовой, а также сырья для фармацевтической продукции с гарантированием здорового жизнеобеспечения и ликвидации бедности Нации, противостоять любым санкциям.

2. Предложить создать на базе Казанского ГАУ показательного Агро-Технико-Эколого-экономического Парка Мирового уровня на основе только отечественной техники и региональной технологии.

Литература

1. Качинский Н.А. Физика почвы // Издательство «Высшая школа», М., 1970.-с.122.
2. Мальцев Т.С. Раздумья о земле, о хлебе // М.: Наука. 1985. 101 с.
3. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Мазитов Н.К. Почвообрабатывающая техника: пути импортозамещения // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. №2. С.37-41.
4. Lyubimova A., Eremin D. Laboratory varietal control as a guarantee of successful work of agribusiness in Russia // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol.170. 7p. DOI: 10.1051/matesont/201817004015.
5. Raimanova, I. The effects of differentiated ed water supply after anthesis and nitrogen fer J/Haberle. Rapid Commun: Mass Spectrom, 24, 2010. P.261-266.
6. Шаймиев М.Ш. АПК Республики Татарстан в процессе реформирования / Техника и оборудование для села. 1998. - №11-12. С.2-5.
7. Кражков В.М., Лозовский В.Г., Мазитов Н.К. Возрождение регионального сельхозмашиностроения в Ассоциации «Большая Волга» / Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2000.-№9. С.2-4.
8. Материалы Выездного заседания Бюро секции механизации, элетрификации и автоматизации Отделения сельскохозяйственных наук. Высокотехнологическое импортоопережение при возделывании сельскохозяйственных культур, восстановлении сенкосов и пастбищ // Научное издание. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2015. 301с.
9. Оболенский И. 10 млн.га – сев отменяется // Региональная газета Урала, Сибири, Поволжья «Аграрные Известия». 2010. №7 (48). С.17
10. Романенко Г.А, Вклад ученых в реализацию государственной программы по развитию сельского хозяйства // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. №2. С.4-5.
11. Ушачев И.Г. Агропромышленный сектор России в условиях санкций: проблемы и возможности // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. №3. С.3-8.
12. Протокол №13-23-02(4020422) Государственных приемочных испытаний культиватора блочно-модульного навесного КБМ-6НУ, г. Солнечногорск, 2002. С.29-33.
13. Отчет о производственной проверке многофункционального блочно-модульного культиватора КБМ-7,2 ПГ в ООО «ПСП-Агро» Челябинской области. Челябинск, 2004. 6с.
14. Протокол №10-22-05 (2020252) периодических (типовых) испытаний культиватора блочно-модульного навесного КБМ-8Н. Калитино, 2005. с.18-24.
15. Протокол №03-02007 (7030026) сертификационных испытаний культиватора стерневого комбинированного КСК-4. Покров, 2007. С.8-9.
16. Отчет от 30 ноября 2008 года на создание научно-технической продукции по договору №23 Тема: «Испытания и технико-экономическая оценка использования приемочных комплексов для возделывания зерновых культур в условиях ООО «Союз-Агро» (респ. Татарстан), г.Кинель, 2008г. 132с.
17. Протокол №15-35-91 (904270006) государственных испытаний культиватора КМ-2. Шифр по системе машин: Р.22.59, Каунас, 1991. 30с.
18. Протокол №06-35-2020 (9060056) испытаний культиватора блочно-модульного КБМ-15ПСВ, п.г.т. Оричи, 2020.
19. Mukhametshin I., Valiev A., Muhamadyarov F., Kalimullin M., Yarullin F., Kinematic analysis of conical rotary subsoil loosener for tillage / 19-th International Scientific Conference Engineering for Rural Development Proceedings. Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. 19, 1946-1952 (2020) DOI:10.22616/ERDev.2020.19.TF553.
20. Исследование функциональных показателей блочно-модульных культиваторов / Н. К. Мазитов, Л. З. Шарафиев, А. Р. Валиев [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 4(274). – С. 12-15. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-4-12-15. – EDN ODMRSI.
21. Алиакберов, И. И. Обособление параметров эллипсовидного игольчатого диска почвообрабатывающего орудия / И. И. Алиакберов, С. М. Яхин, Л. М. Нуриев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 65-69. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-65-69. – EDN XMPGJL.
22. Мазитов Н.К., Сахапов Р.Л., Рахимов И.Р., Бычков Г.Н. Научно-технологические приемы ликвидации продовольственной и кормовой зависимости России / Кормопроизводство. 2018. №7. С.43-48.
23. Теоретические исследования катка для малогабаритной почвообрабатывающей машины / Г. С. Юнусов, Н. Н. Андержанова, А. В. Алешкин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 80-85. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-80-85. – EDN QBBQDV.
24. Влияния воздействий прикатывающих катков на обобщенные силы малогабаритной почвообрабатывающей машины / Г. С. Юнусов, Н. Н. Андержанова, А. Р. Валиев, А. В. Алешкин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 98-105. – DOI 10.12737/2073-0462-

2021-98-105. – EDN QORHUM.

25. Мазитов Н.К., Лацуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Шогенов Ю.Х., Сахапов Р.Л., Мударисов С.Г., Валиев А.Р., Шарафиев Л.З. и др. Отечественная техника и технология гарантирования продовольственной независимости и безопасного жизнеобеспечения России // Современное достижения аграрной науки / Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Научное издание. Казань: Издательство Казанского ГАУ. 2020. С. 3-32.

Сведения об авторах:

Мазитов Назиб Каюмович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, почётный член АН РТ, e-mail: mazitov.nazib@yandex.ru
 Валиев Айрат Расимович – доктор технических наук, доцент, ректор Казанского государственного аграрного университета, e-mail: ayratvaliev@mail.ru
 Шарафиев Ленар Зуфарович – кандидат технических наук, e-mail: Sharaf_Len@mail.ru
 Мухаметшин Ильшат Сулейманович – кандидат технических наук, e-mail: ilshat858@gmail.com
 Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

IMPROVEMENT OF WATER-STORAGE EQUIPMENT AND TECHNOLOGY OF SOIL TREATMENT AND SOWING

N.K. Mazitov, A.R. Valiev, L.Z. Sharafiev, I.S. Mukhametshin

Abstract. Fundamentally new machines for agriculture of the Republic of Tatarstan began to be created in 1980, when they concluded an Agreement on creative cooperation between Tatar Scientific Research Institute of Agriculture (Kazan), the All-Union Institute of Agricultural Engineering (VSKhOM, Moscow), the All-Union Institute of Mechanization (Nemchinovka), Research Institute of Agriculture of the Central Regions of the Non-Chernozem Zone (Nemchinovka), Head Specialized Design Bureau for cultivators and couplers “Krasny Aksay”, Rostov-on-Don), Head Specialized Design Bureau PO “Sibselmash” (Novosibirsk), Lithuanian MIS (Kaunas), Chelyabinsk Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture (ChIMESKh, Chelyabinsk), Volgograd Tractor Plant (Volgograd). Such an extensive composition was needed in order to use all the achievements of the country on the problem and the applicability of technology not only in Tatarstan, but to have an extensive sales market and global competitiveness. The scientific management of the complex work was taken over by the Deputy Director for Agricultural Engineering of TatNIISH, Professor Mazitov N.K. Academicians V.M. Kryazhkov, L.P. Kormanovsky, V.V. Blednykh, I.S. Shatilov, T.S. Maltsev. The results of the research showed multiple advantages of the Tatarstan-Yaroslavl-Ural complex over foreign analogues in terms of productivity - up to 2 times (for the entire technology - up to 10.8 times), in terms of metal consumption - up to 3-4 times, in terms of resource saving - up to 4-5 times, in terms of price - up to 7 times, in terms of productivity and profitability - up to 2 times in the production of up to 85% of bakery organic wheat of the 3rd class and the exclusion of the death of bees in rapeseed crops. In 2015, the work was completed as the first in Russia multiple-import outpacing and approved by the visiting meeting of the section of mechanization, electrification and automation of the department of agriculture of the Russian Academy of Sciences at Kazan State Agrarian University. A special advantage of the work is the high effect in areas of insufficient moisture in the Volga region, the Southern Urals, the Trans-Urals, and Siberia.

Key words: moisture accumulation, seed bed, moisture conservation, cost, profitability, environmental safety, healthy life support.

References

1. Kachinskiy NA. Fizika pochvy. [Soil physics]. Moscow: Izdatel'stvo «Vysshaya shkola». 1970; 122 p.
2. Mal'tsev TS. Razdum'ya o zemle, o khlebe. [Reflections on the earth, on bread]. Moscow: Nauka. 1985; 101 p.
3. Lachuga YuF, Izmaylov AYu, Lobachevskiy YaP, Mazitov NK. [Soil-cultivating equipment: ways of import substitution]. Sel'skokhozyaistvennyye mashiny i tekhnologii. 2017; 2. 37-41 p.
4. Lyubimova A, Eremin D. Laboratory varietal control as a guarantee of successful work of agribusiness in Russia. MATEC Web of Conferences. 2018; Vol.170. 7 p. DOI: 10.1051/mateconf/201817004015.
5. Raimanova I. The effects of differentiated water supply after anthesis and nitrogen fer. J.Haberle. Rapid Commun: Mass Spectrom. 24. 2010; 261-266 p.
6. Shaymiev MSh. [Agro-industrial complex of the Republic of Tatarstan in the process of reforming]. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 1998; 11-12. 2-5 p.
7. Kryazhkov VM, Lozovskiy V.G., Mazitov N.K. [Revival of regional agricultural engineering in “Big Volga” association]. Traktory i sel'skokhozyaistvennyye mashiny. 2000; 9. 2-4 p.
8. [High-tech import outpacing in agricultural crops cultivation, restoration of hayfields and pastures]. Materialy Vyezdnoy zasedaniya Byuro sektsii mekhanizatsii, elektrifikatsii i avtomatizatsii Otdeleniya sel'skokhozyaistvennykh nauk. Nauchnoe izdanie. Kazan': Izd-vo Kazanskogo GAU. 2015; 301 p.
9. Obolenskiy I. [10 million hectares - sowing is canceled]. Regional'naya gazeta Urala, Sibiri, Povolzh'ya “Agrarnye Izvestiya”. 2010. №7 (48). S.17 p.
10. Romanenko GA. [The contribution of scientists to the implementation of the state program for the development of agriculture]. Sel'skokhozyaistvennyye mashiny i tekhnologii. 2010; 2. 4-5 p.
11. Ushachev IG. [Agro-industrial sector of Russia under sanctions: problems and opportunities]. Sel'skokhozyaistvennyye mashiny i tekhnologii. 2015; 3. 3-8 p.
12. Protokol №13-23-02(4020422) gosudarstvennykh priemochnykh ispytaniy kul'tivatora blochno-modul'nogo navesnogo KBM-6NU. [Protocol No. 13-23-02 (4020422) of state acceptance tests of KBM-6NU block-modular mounted cultivator]. Solnechnogorsk. 2002; 29-33 p.
13. Otchet o proizvodstvennoi proverke mnogofunktsional'nogo blochno-modul'nogo kul'tivatora KBM-7.2 PG v OOO “PSP-Agro” Chelyabinskoi oblasti. [Report on the production check of the multifunctional block-modular cultivator KBM-7.2 PG in “PSP-Agro” LLC of Chelyabinsk region]. Chelyabinsk. 2004. 6 p.
14. Protokol №10-22-05 (2020252) periodicheskikh (tipovykh) ispytaniy kul'tivatora blochno-modul'nogo navesnogo KBM-8N. [Protocol No. 10-22-05 (2020252) of periodic (typical) tests of KBM-8N block-modular mounted cultivator]. Kalitino. 2005; 18-24 p.
15. Prtokol №03-02007 (7030026) sertifikatsionnykh ispytaniy kul'tivatora sternevoogo kombinirovannogo KSK-4. [Protocol No. 03-02007 (7030026) of certification tests of the combined stubble cultivator KSK-4]. Pokrov. 2007; 8-9 p.
16. Otchet ot 30 noyabrya 2008 goda na sozdanie nauchno-tekhnicheskoi produktsii po dogovoru №23. Tema: “Ispytaniya i tekhniko-ekonomicheskaya otsenka ispol'zovaniya posevnykh kompleksov dlya vozdel'yvaniya zernovykh kul'tur v usloviyakh OOO “Soyuz-Agro” (resp. Tatarstan). [Report dated November 30, 2008 for the creation of scientific

and technical products under contract No. 23. Subject: "Testing and technical and economic assessment of the use of sowing complexes for the cultivation of grain crops in the conditions of Soyuz-Agro LLC (Republic of Tatarstan)". Kinel'. 2008; 132 p.

17. Protokol №15-35-91 (904270006) gosudarstvennykh ispytaniy kul'tivatora KM-2. [Protocol No. 15-35-91 (904270006) of state tests of KM-2 cultivator]. Kaunas. 1991; 30 p.

18. Protokol №06-35-2020 (9060056) ispytaniy kul'tivatora blochno-modul'nogo KBM-15PSV. [Protocol No. 06-35-2020 (9060056) of testing the block-modular cultivator KBM-15PSV]. Orichi. 2020.

19. Mukhametshin I, Valiev A, Mukhamadyarov F, Kalimullin M, Yarullin F. Kinematic analysis of conical rotary subsoil loosener for tillage. 19th International scientific conference engineering for rural development proceedings. Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. 19. 1946-1952 p. (2020) DOI:10.22616/ERDev.2020.19.TF553.

20. Mazitov NK, Sharafiev LZ, Valiev AR. [Study of functional indicators of block-modular cultivators]. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2020; 4(274). 12-15 p. DOI 10.33267/2072-9642-2020-4-12-15. – EDN ODMRSI.

21. Aliakberov II, Yakhin SM, Nuriev LM. [Substantiation of the parameters of the elliptical needle disk of a tillage tool]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.16. 2(62). 65-69 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-65-69. – EDN XMPGJI.

22. Mazitov NK, Sakhapov RL, Rakhimov IR, Bychkov GN. [Scientific and technological methods of elimination of food and fodder dependence in Russia]. Kormoproizvodstvo. 2018. 7. 43-48 p.

23. Yunusov GS, Anderzhanova NN, Aleshkin AV. [Theoretical studies of a roller for a small-sized tillage machine]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.16. 2(62). 80-85 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-80-85. – EDN QBBQDV..

24. Yunusov GS, Anderzhanova NN, Valiev AR, Aleshkin AV. [Influence of impacts of rollers on the generalized forces of a small-sized tillage machine]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.16. 3 (63). 98-105 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-98-105. – EDN QORHUM.

25. Mazitov NK, Lachuga YuF, Izmaylov AYU, Lobachevskiy YaP, Shogenov YuKh, Sakhapov RL, Mudarisov SG, Valiev AR, Sharafiev LZ. [Domestic technology and technology for guaranteeing food independence and safe life support in Russia. Modern achievements of agrarian science]. Nauchnye trudy vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii. Nauchnoe izdanie. Kazan': Izdatel'stvo Kazanskogo GAU. 2020; 3-32 p.

Authors:

Mazitov Nazib Kayumovich - Doctor of Agricultural sciences, Professor Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honorary Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, e-mail: mazitov.nazib@yandex.ru

Valiev Ayrat Rasimovich - Doctor of Technical Sciences, associate professor, Rector of Kazan State Agrarian University, e-mail: ayratvaliev@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Sharafiev Lenar Zufarovich – Ph.D. of Technical sciences, e-mail: Sharaf_Len@mail.ru

Mukhametshin Ilshat Suleymanovich – Ph.D. of Technical sciences, e-mail: ilshat858@gmail.com

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА КЛАПАНОВ ГРМ

А.В. Максимов, Л.А. Зимина, Н.Р. Адигамова, Б.Г. Зиганшин

Реферат. Улучшение характеристик двигателя внутреннего сгорания автомобиля сельскохозяйственного назначения возможно путем применения гидравлического привода клапанов газораспределительного механизма с электронным управлением. Привод обеспечивает открытие клапанов двигателя поршнями гидроцилиндров при нагнетании в них масла, закрытие клапанов реализуется с помощью клапанных пружин при сливе масла с гидроцилиндров. Преимуществами гидравлического привода являются: возможность отключения цилиндров двигателя, увеличение скорости открытия и закрытия клапанов газораспределительного механизма, отсутствие потребности в регулировке тепловых зазоров, постоянная скорость посадки клапанов на седла. Гидропривод интегрирован в систему смазки двигателя. Рабочее тело гидропривода – моторное масло с давлением 8 МПа, создаваемым отдельным насосом. Физико-математическая модель гидравлического привода клапанов в среде Simulink учитывает гидравлические потери давления, различные инерционные эффекты, упруго-деформационное взаимодействие между элементами привода, индуктивность катушек электромагнитных клапанов. Экспериментальная установка включает: двигатель КАМАЗ 740, гидропривод двух клапанов одной головки цилиндра, измерительное оборудование. Результаты экспериментов фиксировались с помощью скоростной кинокамеры. Определение кинематических характеристик клапанов газораспределительного механизма осуществлялось путем обработки видеоклипов съемки при известной частоте их фиксации. Результаты экспериментов совпадают с результатами расчетов. Скорость перемещения клапанов двигателя, благодаря использованию гидропривода, значительно увеличена по сравнению с применением традиционного механического привода. Определена временная задержка между подачей электрического сигнала на электромагнитные клапаны и реакцией гидропривода на нее. Полученные результаты позволяют приступить к созданию серийного гидравлического привода клапанов, улучшающего параметры двигателя путем интенсификации и управления газообменом цилиндра двигателя с окружающей средой.

Ключевые слова: газораспределительный механизм, гидравлический привод, моделирование, эксперимент.

Введение. В настоящее время технический парк сельскохозяйственной техники Российской Федерации сильно изношен. Средняя энергообеспеченность сельхозугодий в 2-4 раза меньше чем в США, Франции, Китае [1]. Количество тракторов, комбайнов, автомобилей сельскохозяйственного назначения на 1 га пашни значительно уступает ведущим мировым игрокам [2]. Приобретение новых единиц сельхозмашин затруднено в связи с высокими ценами и экономической войной, объявленной странами Запада. В таких условиях актуальным является поддержание парка сельхозмашин в исправном состоянии и проведение их модернизации для улучшения потребительских свойств.

Себестоимость сельскохозяйственной продукции зависит от расходов на обслуживание, ремонт и эксплуатацию сельскохозяйственной техники, а так же от ее производительности. Одним из ключевых элементов автомобилей и тракторов сельскохозяйственного назначения на сегодняшний день является двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Улучшение характеристик ДВС способно повысить конкурентоспособность продукции аграрного сектора.

Перспективным направлением модернизации ДВС является замена традиционного механического привода клапанов газораспределительного механизма (ГРМ) на альтернативные приводы с электронным управлением: электромагнитные [3], гидравлические [4, 5], пневматические [6]. При использовании элект-

ромагнитных и пневматических приводов сложно обеспечить плавную безударную посадку клапанов на седла. Поэтому авторами выбран гидравлический привод с электронным управлением [7]. Гидравлический привод способен интенсифицировать газообмен цилиндра двигателя с окружающей средой и реализовать управление его интенсивностью на всех рабочих режимах ДВС.

Целью работы является разработка гидравлического привода клапанов ДВС автомобиля сельскохозяйственного назначения, обеспечивающего интенсификацию и управление газообменом цилиндра двигателя с окружающей средой.

Условия, материалы и методы. Авторами выбрана схема, обладающая простотой реализации на ДВС традиционной конструкции (рис.1) [8, 9].

Схема позволяет оставить конструкцию блока цилиндров и головки двигателя без изменений. Идеологически схема близка к аккумуляторной системе топливопитания Common Rail [10].

Гидравлический привод клапанов ГРМ позволяет:

- менять моменты открытия и закрытия клапанов ГРМ в зависимости от режима работы ДВС, что позволяет оптимизировать газообмен цилиндров с окружающей средой;

- обеспечивать плавную посадку клапанов на седла с оптимальной скоростью, не зависящей от скоростного режима работы ДВС, благодаря чему повышается надежность и ресурс

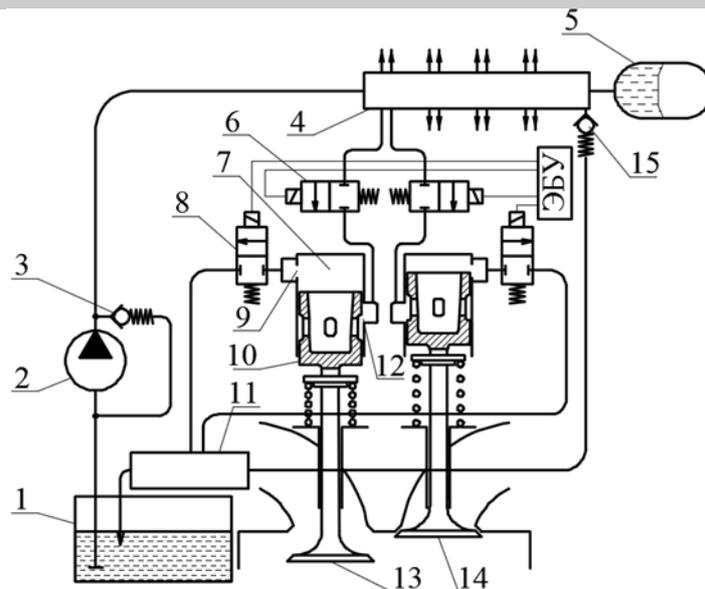


Рис. 1 – Схема гидропривода клапанов ГРМ с электронным управлением: 1 – картер двигателя; 2 – насос; 3 – аварийный клапан; 4 – питающая рампа; 5 – гидроаккумулятор; 6 – питающий ЭМК; 7 – гидроцилиндр; 8 – сливной ЭМК; 9 – сливное окно; 10 – поршень; 11 – сливная рампа; 12 – питающее окно; 13, 14 – клапаны ГРМ; 15 – редукционный клапан.

работы клапанного механизма;

- отказаться от трудоемкой операции по регулировке тепловых зазоров в клапанном механизме;

- производить отключение отдельных цилиндров ДВС, работающих при частичных нагрузках [11, 12].

Объектом исследований являлся гидравлический привод клапанов ГРМ аккумуляторного типа с гидроцилиндрами одностороннего действия и электронным управлением.

В качестве рабочего тела в приводе используется моторное масло, которое забирается насосом 2 из поддона двигателя 1. Для предотвращения повреждения элементов гидросистемы при значительном повышении давления в магистралях нагнетания используется аварийный клапан 3.

Из насоса масло по нагнетательной магистрали поступает в масляную рампу 4 и далее по питающим магистралям поступает в гидроцилиндры. Для стабилизации давления в рампе на постоянном уровне, используется редукционный клапан 15. Он согласует потребление масла гидроцилиндрами и его подачу насосом за счет слива избытков масла в поддон двигателя. К рампе присоединен гидроаккумулятор 5. Его наличие так же стабилизирует давление и снижает требуемую производительность масляного насоса.

Подачей масла в гидроцилиндры управляют питающие электромагнитные клапаны (ЭМК) 6. При подаче электрического сигнала от электронного блока управления (ЭБУ), питающий ЭМК открывается, и пропускает масло в гидроцилиндр впускного 13 или выпускного клапанов 14.

При нагнетании масла в гидроцилиндр, его поршень 10 движется вниз. Днище поршня давит на торец стержня клапана ГРМ, обеспе-

чивая его открытие. Подача масла завершается в момент закрытия ЭМК или в момент перекрытия пояском поршня питающего окна 12, в зависимости от того что произойдет раньше. Таким образом, поясок является ограничителем максимального хода поршня. После окончания подачи масла в гидроцилиндр его поршень останавливается, и следует этап удержания клапана ГРМ в открытом состоянии.

Закрытие клапана ГРМ происходит под действием клапанной пружины при сливе масла из полости гидроцилиндра. Слив масла происходит при открытом сливном ЭМК 8. Масло из гидроцилиндра вытесняется по сливным магистралям в сливную рампу 11 и далее в поддон двигателя. Скорость подъема поршня определяется расходом масла из гидроцилиндра. По мере подъема поршня верхняя кромка его юбки частично перекрывает сливное окно 9, что ограничивает слив и обеспечивает плавную посадку клапана ГРМ на седло.

Исследование гидравлического привода осуществлялось в два этапа. Первый этап заключался в моделировании работы гидравлического привода клапанов в среде Simulink (рис. 2). Второй этап включал проведение натурного эксперимента на двигателе.

Из блоков библиотеки Simulink создана модель гидропривода двух клапанов ГРМ одного цилиндра.

Модель учитывает следующие особенности функционирования гидравлического привода клапанов ГРМ ДВС:

- наличие гидравлических путейых и местных потерь давления в питающих и сливных магистралях гидроцилиндров;
- инерционность поршней гидроцилиндров и клапанов ГРМ;
- возможность разрыва кинематической связи между поршнем гидроцилиндра и

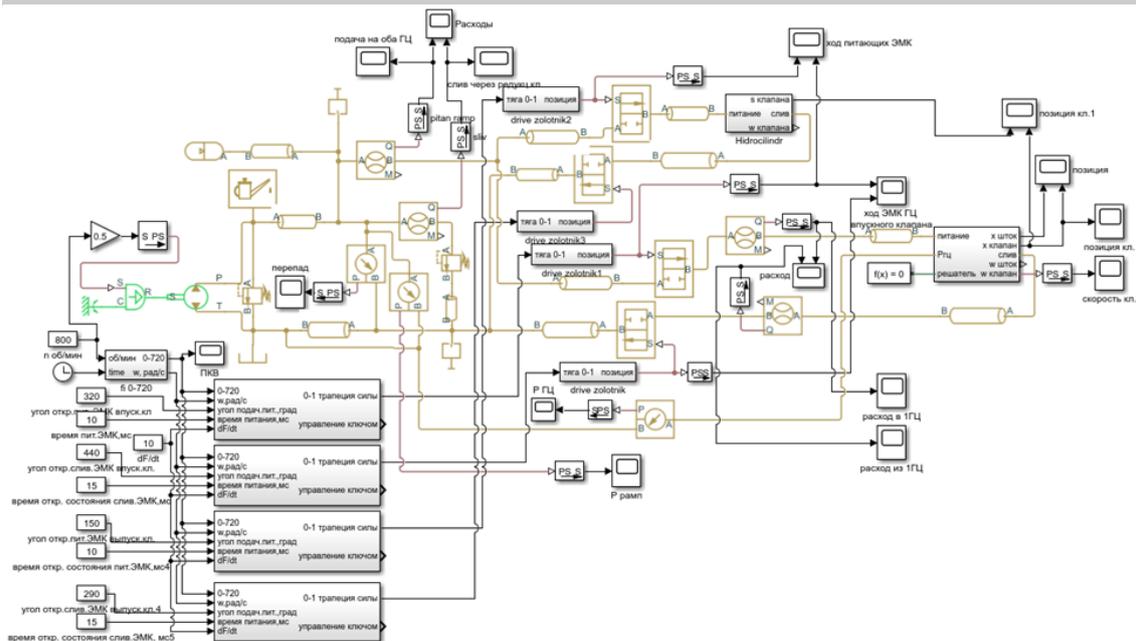


Рис. 2 – Модель гидравлического привода клапанов

клапаном ГРМ;

-силы трения между поршнем и стенками гидроцилиндра, между стержнем клапана и направляющей втулкой;

-упруго-деформационное взаимодействие между седлом и клапаном ГРМ;

-упруго-деформационное взаимодействие между торцом поршня гидроцилиндра и стержнем клапана ГРМ;

-наличие индуктивности катушек ЭМК и инерционность их запорных элементов;

-податливость стенок магистралей нагнетания и ramпы.

Учет наличия индуктивности осуществлялся путем ограничения скорости изменения тока в катушках ЭМК. Принято допущение о постоянной скорости нарастания и уменьшения тока на

этапах открытия и закрытия ЭМК. Так как сила тока и сила тяги электромагнита пропорциональны, то при моделировании принято допущение о трапециевидном характере изменения силы тяги электромагнитного привода.

Так как натурные эксперименты проводились при атмосферном давлении в цилиндре, то газовая сила, действующая на клапан, не учитывалась.

В качестве способа решения выбран неявный метод трапеций ode23t - метод с переменным шагом по времени. Этот метод наряду с многошаговым методом переменного порядка ode15s обеспечивал устойчивый счет, но выигрывал последний по расчетному времени.

Расчетный временной интервал принят исходя из условий достижения повторяемости

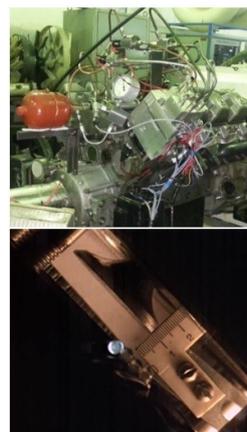
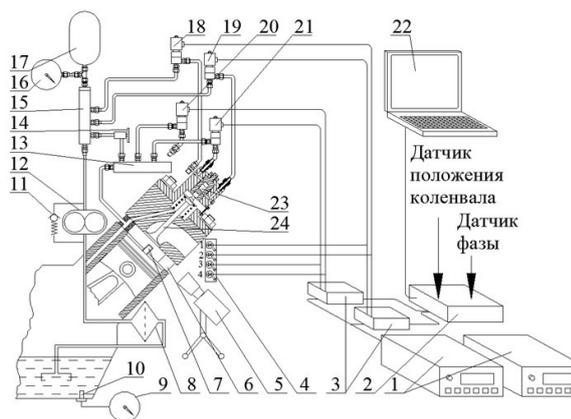


Рис. 3 – Исследовательский стенд для натурных испытаний и кадр съемки: 1 – источники питания; 2 – блок управления; 3 – блоки усилителей; 4 – светодиоды; 5 – скоростная кинокамера; 6 – дистанционная втулка; 7 – шпилька в поршне; 8 – масляный фильтр; 9 – указатель температуры; 10 – датчик температуры; 11 – предохранительный клапан насоса ГУР; 12 – насос ГУР; 13 – сливная ramпа; 14 – сливной кран байпасной магистральной; 15 – питающая ramпа; 16 – манометр; 17 – гидроаккумулятор; 18 – питающий ЭМК впускного клапана; 19 – питающий ЭМК выпускного клапана; 20 – сливной ЭМК впускного клапана; 21 – сливной ЭМК выпускного клапана; 22 – внешний ПК; 23 – поршень гидроцилиндра; 24 – выпускной клапан двигателя.

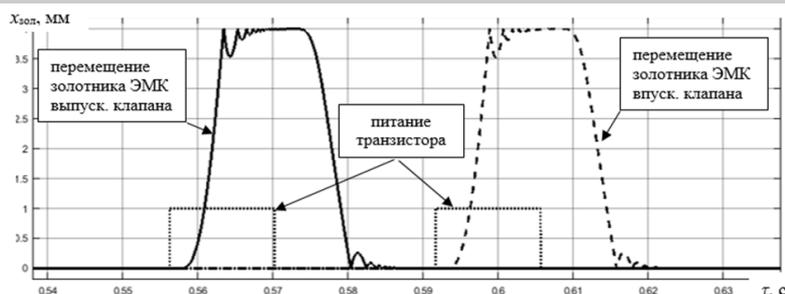


Рис. 4 – Ход золотников питающих ЭМК впускного и выпускного клапанов

срабатываний клапанов ГРМ, вызываемой стабилизацией давления в питающей рампе.

Численное исследование проводилось при следующих основных параметрах:

- рабочее давление – 8 МПа;
- объем гидроаккумулятора – 0,5 дм³;
- рабочий объем насоса – 10,5 см³;
- диаметр гидроцилиндров – 16 мм;
- внутренний диаметр трубопроводов – 8 мм;
- расчетная частота вращения коленчатого вала – 800 об/мин;
- углы открытия питающих ЭМК выпускного / впускного клапанов – 150/320;
- углы открытия питающих ЭМК выпускного / впускного клапанов – 335/485.

Для проведения натурного эксперимента собран исследовательский стенд (рис. 3) на базе двигателя КАМАЗ 740.30 и стенда холодной обкатки ДВС. Одна головка двигателя установлена на блок цилиндров через дистанционные втулки 6 высотой 30 мм. В поршне цилиндра под головкой выполнено резьбовое отверстие, в которое ввернута шпилька 7 высотой 30 мм. В зазоре между головкой и блоком крепилась измерительная линейка с ценой деления в 1 мм. На головку установлен модуль, состоящий из корпуса и располагаемых в нем двух гидроцилиндров 23. На двигателе крепились питающая 15 и сливная ramпы 13, планка с питающими и сливными ЭМК 18-21 (HYDAC WK08L-01-C-N-24DG), гидроаккумулятор 17, манометр 16 и соединительные трубопроводы. В качестве насоса 12 использован штатный насос гидроусилителя рулевого управления, привод которого осуществлялся штатным образом от коленчатого вала двигателя. Для вращения коленчатого вала двигатель КАМАЗ 740.30 установлен на стенд холодной обкатки ДВС. Регулировка давления в питающей ramпе достигалась путем воздей-

ствия на сливной ventиль 14. Для визуальной фиксации моментов подачи питания на ЭМК использована планка 4, на которой установлены четыре светодиода подключенные параллельно катушкам ЭМК. Питание на ЭМК подавалось экспериментальной электронной системой управления. Моменты включения и выключения ЭМК синхронизировались с последовательностью рабочих процессов ДВС с помощью сигналов датчика положения вала ТНВД и датчика положения коленчатого вала.

Положение клапанов ГРМ определялось с помощью высокоскоростной видеосъемки скоростной цифровой кинокамерой Vision Research Phantom Flex 4K. Ракурс скоростной киносъемки выбирался так, чтобы в кадр попадали клапаны двигателя, измерительная линейка и сигнальные светодиоды, расположенные на головке цилиндров. Кинокамера размещалась таким образом, чтобы оптическая ось объектива была направлена практически параллельно привалочной плоскости головки цилиндра.

Полученный видеоматериал обрабатывался с целью выявления закона перемещения клапана по времени. Просмотр видеоклипов позволял получить величину хода клапана. Номер кадра при известной скорости съемки (3000 кадров в секунду) давал координату времени.

Результаты и обсуждение. Согласно численным исследованиям установление давления в ramпе наблюдается спустя 0,3 сек с момента запуска. Начиная с четвертого срабатывания клапанов ГРМ наблюдается повторяемость.

Учет индуктивности катушки ЭМК, инерционности золотника и упругодеформационного характера удара запорного элемента об ограничитель позволил получить следующую картину в ходе моделирования (рис. 4). Закон перемещения золотника имеет выгнутые передний и задний фронты, а также зоны колебаний при упругодеформационном ударе запорного элемента об ограничитель.

Поочередное открытие питающих ЭМК выпускного, а за тем и впускного клапана приводит к сливу двух порций масла из питающей ramпы (рис. 5). Это вызывает двухэтапное понижение давления в ramпе. В период между сливами масла происходит плавное повышение давления, вызванное накачкой ramпы и гидроаккумулятора маслом. После каждой из основных порций расхода наблюдается участок с незначительными колебаниями расхода

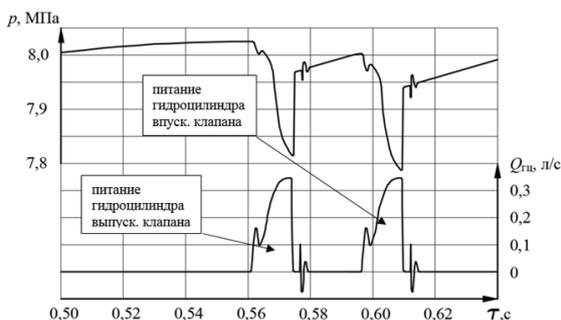


Рис. 5 – Давление в ramпе и расход из нее в гидроцилиндры

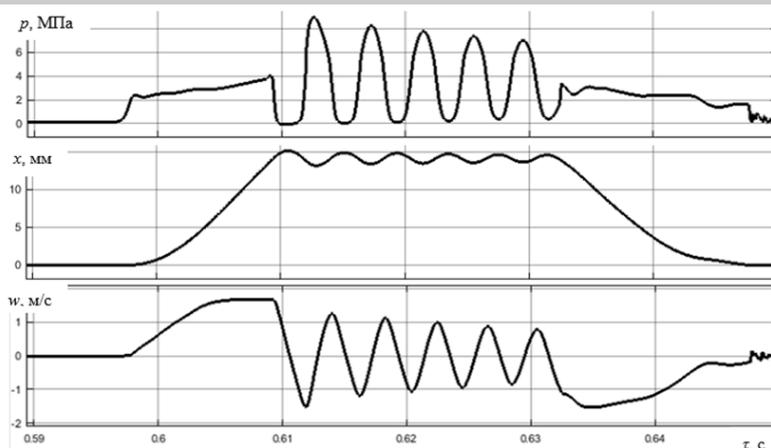


Рис. 6 – Давление в гидроцилиндре, перемещение и скорость клапана ГРМ

и давления. Наличие двух таких участков обусловлено совместной работой редукционного клапана и ограничителя максимального хода поршня гидроцилиндра. Поршень после достижения позиции блокировки подачи масла начинает колебаться. При этом он однократно достигает положения, при котором через поясок поршня вновь открывает подачу масла в полость гидроцилиндра. После небольшого этапа дозарядки гидроцилиндра следует выталкивание из него порции масла, а после изменения направления движения поршня следует еще одна короткая дозарядка.

При открытии питающего ЭМК в гидроцилиндр из рампы начинает поступать масло (рис. 6). Это приводит к повышению давления в полости гидроцилиндра. Перепад давления на поршне гидроцилиндра создает силу давления, под действием которой, поршень начинает движение в сторону открытого конца гидроцилиндра. При этом, давя на торец стержня он обеспечивает открытие клапана ГРМ. Поршень, быстро набрав скорость, начинает двигаться практически равномерно. Этому соответствует период со слабо меняющимся давлением в гидроцилиндре.

При достижении хода поршня равному 14 мм, поясок поршня блокирует дальнейшую подачу масла, при этом, срабатывает ограничитель подьема. Дальнейшее движение поршня по инерции при отсутствии подвода масла приводит к резкому снижению давления в надпоршневом пространстве. Понижение дав-

ления ниже уровня давления насыщенных паров вызывает появление газовой фазы из жидкого масла. Сила давления вынуждает поршень гидроцилиндра тормозиться и начать движение в противоположную сторону.

Уменьшение объема надпоршневого пространства гидроцилиндра влечет повышение давления в нем. Это вызывает уменьшение и последующее исчезновение газовой фазы. Последующее движение поршня в сторону слабо сжимаемого масла вызывает резкое нарастание в надпоршневом пространстве. Сила давления меняет направление и заставляет поршень двигаться в противоположную сторону. Увеличение объема повторно вызывает разрыв сплошности масла, поршень вновь меняет направление движения. Таким образом поршень гидроцилиндра колеблется с амплитудой порядка $1,5 \div 2$ мм и частотой собственных колебаний системы «клапан-поршень гидроцилиндра» около 238 Гц. Колебания продолжают продолжаться и после прекращения выделения газовой фазы. В силу малой диссипативной способности системы «поршень-гидроцилиндр» колебания поршня являются слабо затухающими по амплитуде и в период удержания клапана сохраняются.

Удержание клапана ГРМ заканчивается в момент открытия сливного ЭМК. Под действием силы упругости сжатой клапанной пружины поршень начинает вытеснять масло из гидроцилиндра. Он быстро разгоняется и начинает двигаться со слабо меняющейся

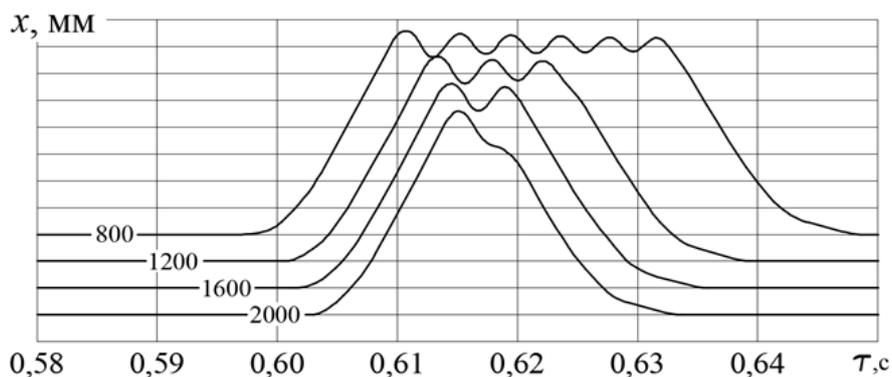


Рис. 7 – Влияние скоростного режима работы двигателя на закон

скоростью. По мере перемещения в сторону дна гидроцилиндра поршень юбкой начинает перекрывать сливные отверстия. Это вызывает увеличение гидравлического сопротивления сливной магистрали, что в свою очередь приводит к повышению давления в полости гидроцилиндра. Сила давления начинает тормозить поршень и обеспечивает его плавную остановку в крайней верхней позиции. По мере снижения скорости поршня уменьшается и скорость истечения масла, которая в свою очередь понижает гидравлическое сопротивление сливной магистрали. В результате давление в гидроцилиндре начинает уменьшаться. По мере потери скорости поршня гидроцилиндра клапан ГРМ совершает плавную посадку на свое седло со скоростью около 0,2 м/с.

Для оценки быстродействия привода расчетным методом был исследован скоростной диапазон доступных рабочих режимов, характерный для двигателя КАМАЗ-740 (800÷2000 об/мин). Исследование проводилось при фиксированных по углу поворота коленчатого вала фазах подачи питания на ключи управления ЭМК (рис. 7).

Скоростной режим работы ДВС не оказывает влияние на скорость открытия и закрытия клапанов ГРМ. Неизменной остается скорость посадки клапана на седло. От скорости вращения коленчатого вала зависит длительность периода удержания клапана. По мере увеличения скорости вращения коленчатого вала период удержания сокращается. Гидравлический привод клапанов позволяет получить значительную величину фактора «время-сечение» органов газораспределения при низкой частоте вращения коленчатого вала. По мере увеличения скоростного режима фактор «время-сечение» уменьшается.

Для отдельных скоростных режимов произведено наложение результатов расчетов на результаты натурного эксперимента (рис. 8).

С учетом погрешности измерения хода клапана по линейке с ценой деления в 1 мм результаты эксперимента и расчетов показали хорошее совпадение.

На рисунке 9 показан закон перемещения клапанов ГРМ полученный экспериментально при одинаковых фазах питания ЭМК. Полученные результаты указывают на работоспо-

собность гидравлического привода клапанов ГРМ вплоть до 2000 об/мин.

Гидравлический привод обеспечивает скорость перемещения клапана, не зависящую от скоростного режима работы ДВС, в том числе и комфортную скорость посадки клапана на седло (около 0,2 м/с).

Результаты расчетов и натурных экспериментов указывают на трапецевидный характер перемещения клапанов ГРМ при использовании гидравлического привода с электронным управлением. Для двигателя типа КАМАЗ-740 с фазой открытого состояния клапана 240° поворота коленчатого вала и высотой подъема клапана 14 мм средняя скорость перемещения клапана составляет 0,56 м/с при 800 об/мин. С увеличением скоростного режима она будет пропорционально увеличиваться. Если этот параметр оценить для гидравлического привода (рис. 6), то средняя скорость составляет 1,2 м/с. До частоты вращения коленчатого вала около 1600 об/мин применение гидравлического привода клапанов обеспечивает увеличение средней скорости движения клапана относительно традиционного привода, а значит и увеличение фактора «время-сечение». Для компенсации снижения пропускной способности клапанов ГРМ при высокой частоте требуется увеличение рабочего давления в гидроприводе.

При подаче сигналов на ЭМК от ЭБУ требуется учет задержки срабатывания привода. Он обусловлен индуктивностью катушек, характеристикой запорных элементов, податливостью стенок элементов гидропривода, сжимаемостью жидкости, временем выбора зазора между поршнем и клапаном. Просмотр рисунков 4 и 6, позволяет оценить задержку срабатывания гидравлического привода относительно момента подачи электрического сигнала на ЭМК. Она составляет около 6 мс. На рисунке 9 величину запаздывания можно оценить по углу поворота коленчатого вала с момента подачи сигнала до момента начала движения клапана. Она составляет при 800 об/мин около 45° поворота коленчатого вала, что эквивалентно 9 мс. Различие между расчетным и экспериментальным значением объясняется различием между расчетными и реальными параметрами ЭМК в плане скорости

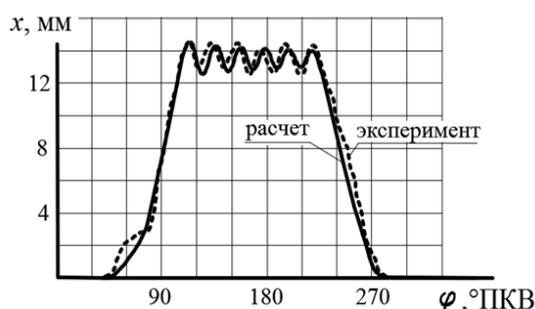


Рис. 8 – Результаты расчетов и натурного эксперимента при 800 об/мин

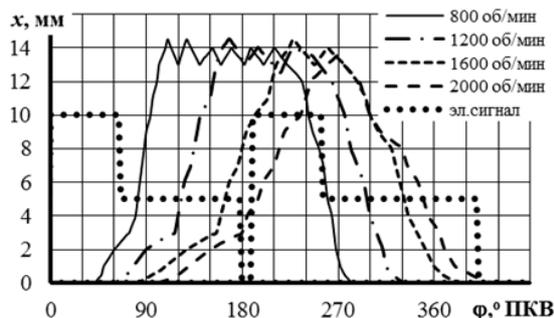


Рис. 9 – Экспериментально определенным закон перемещения клапанов ГРМ при фиксированных фазах работы ЭМК

перемещения его запорного элемента и величины индуктивности его катушки, а также заранее неизвестной податливостью стенок элементов гидросистемы.

Выводы. Продемонстрирована работоспособность выбранного гидравлического привода, обеспечивающего управление моментами открытия и закрытия клапанов ГРМ.

Достигнуто значительное увеличение скорости открытия и закрытия клапанов ГРМ на большинстве скоростных режимов работы ДВС, что интенсифицирует газообмен цилиндра двигателя с окружающей средой. Определены временные задержки между моментами подачи электрических сигналов на ЭМК и реакцией гидропривода.

Литература

1. Способы модернизации машинно-тракторного парка АПК в современных условиях экономики / Коротких Ю.С. // Наука без границ. 2020. № 5 (45). С. 90-95.
2. Сельское хозяйство Татарстана: особенности, продукция и интересные факты. URL: <https://fb.ru/article/327421/selskoe-hozyaystvo-tatarstana-osobennosti-produktsiya-i-interesnyie-faktyi/> дата обращения 04.04.2022.
3. Design and control of fully flexible valve actuation systems for camless engines. Gillella P. K. URL: <https://conservancy.umn.edu/handle/11299/143197/> дата обращения 04.04.2022.
4. Design and Performance Evaluation of an Electro-Hydraulic Camless Engine Valve Actuator for Future Vehicle Applications. Kanghyun N., Kwanghyun Ch., Sang-Shin P., Seibum B. Ch. // Sensors. 2017. Vol. 17. No. 12. 2940. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/17/12/2940>. doi:10.3390/s17122940 дата обращения 04.04.2022.
5. Expanding Combustion Knowledge – Lotus AVT. URL: <https://lotusproactive.wordpress.com/2014/04/09/expanding-combustion-knowledge-lotus-avt-system/?shared=email&msg=fail/> дата обращения 04.04.2022.
6. Шарифуллин С.Н., Адигамов Н.Р., Тополянский П.А., Байниязова А.Т. Классификация технологий упрочнения, нанесения покрытий и восстановления деталей топливной аппаратуры дизельных двигателей // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 3(54). – С. 128-132. – DOI 10.12737/article_5db9737337f839.90239250. – EDN ZEGYAV.
7. Адигамов Н.Р., Неговора А.В., Зимина Л.А., Максимов А.В. Фазы газораспределения гидроуправляемых клапанов ДВС // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 4 (64). – С. 47-52. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-47-52. – EDN UHOСMG.
8. Численное исследование газораспределительного механизма с электрогидравлическим приводом / А. Б. Березовский, Н. А. Гатауллин, Л. А. Зимина и др. // Журнал автомобильных инженеров. 2015. №5 (94). С. 16–22.
9. Балабин, В.Н. Научные основы создания регулируемых приводов газораспределения локомотивных двигателей внутреннего сгорания нового поколения [Текст] : автореф. дис. докт. техн. наук - Москва, 2010.
10. Грехов Л.В., Габитов И.И., Неговора А.В. Конструкция, расчет и технический сервис топливной аппаратуры современных дизелей: Учебное пособие. - М.: Изд-во Легион-Автодата, 2013. - 292 с.
11. Галиуллин, Р.Р. Регулирование двигателя отключением цилиндров – как фактор повышения экономичности его работы // Тракторы и с.х. машины, 2007. – №10. – С. 11-13.
12. Повышение производительности и качества восстановления деталей электролитическим натиранием / Н. Р. Адигамов, А. Р. Валиев, И. Х. Гималудинов [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 4(274). – С. 34-38. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-4-34-38. – EDN TFRKMK.

Сведения об авторах:

Максимов Алексей Валерьевич – старший преподаватель, e-mail: maks.adis@mail.ru
 Зимина Лариса Александровна – старший преподаватель, e-mail: larek.adis@mail.ru
 Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия
 Адигамов Наиль Рашатович – доктор технических наук, профессор, e-mail: n-adigamov@rambler.ru
 Зиганшин Булат Гусманович – доктор технических наук, профессор, профессор РАН, e-mail: zigan66@mail.ru
 Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

RESEARCH OF HYDRAULIC DRIVE VALVES TIMING A.V. Maksimov, L.A. Zimina, N.R. Adigamov, B.G. Ziganshin

Abstract. Improving the characteristics of the internal combustion engine of an agricultural vehicle is possible by using a hydraulic actuator of the electronically controlled gas distribution valves. The drive ensures the opening of the engine valves by the pistons of the hydraulic cylinders when oil is pumped into them, the valves are closed using valve springs when the oil is drained from the hydraulic cylinders. The advantages of the hydraulic drive are: the ability to turn off the engine cylinders, an increase in the speed of opening and closing the valves of the gas distribution mechanism, no need to adjust the thermal clearances, a constant speed of the valves landing on the saddles. The hydraulic drive is integrated into the engine lubrication system. The working body of the hydraulic drive is engine oil with a pressure of 8 MPa, created by a separate pump. The physical and mathematical model of a hydraulic valve drive in the Simulink environment takes into account hydraulic pressure losses, various inertial effects, elastic-deformation interaction between drive elements, and inductance of solenoid valve coils. The experimental setup includes: a KAMAZ 740 engine, a hydraulic drive for two valves of one cylinder head, measuring equipment. The results of the experiments were recorded using a high-speed movie camera. The determination of the kinematic characteristics of the valves of the gas distribution mechanism was carried out by processing the video frames of the shooting at a known frequency of their fixation. The results of experiments coincide with the results of calculations. The speed of movement of the engine valves, thanks to the use of a hydraulic actuator, is significantly increased compared to the use of a traditional mechanical actuator. The time delay between the supply of an electrical signal to the electromagnetic valves and the response of the hydraulic drive to it is determined. The results obtained make it possible to start creating a serial hydraulic valve drive that improves engine parameters by intensifying and controlling the gas exchange of the engine cylinder with the environment.

Key words: gas distribution mechanism, hydraulic drive, modeling, experiment.

References

1. Korotkikh YuS. [Ways to modernize the machine and tractor fleet of the agro-industrial complex in modern economic conditions]. *Nauka bez granits*. 2020; 5 (45). 90-95 p.
2. Agriculture of Tatarstan: features, products and interesting facts. [Internet]. [cited 2022, April 04]. Available from: <https://fb.ru/article/327421/selskoe-hozyaystvo-tatarstana-osobennosti-produktsiya-i-interesnyie-faktyi/>.
3. Gillella PK. Design and control of fully flexible valve actuation systems for camless engines. [Internet]. [cited 2022, April 04]. Available from: <https://conservancy.umn.edu/handle/11299/143197/>.
4. Kanghyun N, Kwanghyun Ch, Sang-Shin P, Seibum BCh. Design and performance evaluation of an electro-hydraulic camless engine valve actuator for future vehicle applications. [Internet]. *Sensors*. 2017; Vol. 17. 12. 2940. [cited 2022, April 04]. Available from: <https://www.mdpi.com/1424-8220/17/12/2940>. doi:10.3390/s17122940.
5. Expanding Combustion Knowledge – Lotus AVT. [Internet]. [cited 2022, April 04]. Available from: <https://lotusproactive.wordpress.com/2014/04/09/expanding-combustion-knowledge-lotus-avt-system/?shared=email&msg=fail/>.
6. Sharifullin S.N., Adigamov N.R., Topolyansky P.A., Bainiyazova A.T. Classification of technologies for strengthening, coating and restoring parts of fuel equipment for diesel engines // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. - 2019. - T. 14. - No. 3 (54). - S. 128-132. – DOI 10.12737/article_5db9737337f839.90239250. – EDN ZEGYAV.
7. Adigamov N.R., Negora A.V., Zimina L.A., Maksimov A.V. Gas distribution phases of hydraulically controlled valves of internal combustion engines // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. - 2021. - T. 16. - No. 4 (64). - S. 47-52. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-47-52. – EDN UHOCMG.
8. Berezovskiy AB, Gataullin NA, Zimina LA. [Numerical study of a gas distribution mechanism with an electro-hydraulic drive]. *Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov*. 2015; 5 (94). 16-22 p.
9. Balabin VN. *Nauchnye osnovy sozdaniya reguliruemyykh privodov gazoraspredeleniya lokomotivnykh dvigatelei vnutrennego sgoraniya novogo pokoleniya: avtoref. dis. dokt. tekhn. nauk*. [Scientific foundations for the creation of variable gas distribution drives for locomotive internal combustion engines of a new generation: dissertation for a degree of Doctor of technical sciences]. Moscow. 2010.
10. Grekhov LV, Gabitov II, Negovora AV. *Konstruktsiya, raschet i tekhnicheskii servis toplivnoi apparatury sovremennykh dizelei: uchebnoe posobie*. [Design, calculation and technical service of modern diesel fuel equipment: manual]. Moscow: Izd-vo Legion-Avtodata. 2013; 292 p.
11. Galiullin RR. [Regulation of the engine by turning off the cylinders - as a factor in increasing the efficiency of its work]. *Traktory i s.kh. mashiny*. 2007; 10. 11-13 p.
12. Improving the productivity and quality of restoring parts by electrolytic rubbing / N. R. Adigamov, A. R. Valiev, I. Kh. Gimaltdinov [et al.] // *Technique and equipment for the village*. - 2020. - No. 4 (274). - S. 34-38. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-4-34-38. – EDN TFRKMK.

Authors:

Maksimov Aleksey Valerievich – Senior Lecturer, e-mail: maks.adis@mail.ru
 Zimina Larisa Aleksandrovna – Senior Lecturer, e-mail: larek.adis@mail.ru
 Kazan National Research Technical University named after A.N.Tupolev - KAI, Kazan, Russia
 Adigamov Nail Rashatovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: n-adigamov@rambler.ru
 Ziganshin Bulat Gusmanovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: zigan66@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

СИНТЕЗ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПЯТИ- И ШЕСТИЗВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ С ВРАЩАТЕЛЬНЫМИ ПАРАМИ ПО ДВИЖЕНИЮ ВЫХОДНОГО ЗВЕНА

А.П. Мудров, Ф.Ф. Хабибуллин, Г.В. Пикмуллин, З.Д. Гургенидзе

Реферат. Исследования проводили с целью выявления оптимальных структурных схем пространственных пяти- и шестизвенных механизмов с вращательными парами, которые воспроизводят с требуемой точностью линейную функцию при колебательном и при вращательном движении выходного звена. Пространственные механизмы, которые используют в качестве передаточных и базовых, позволяют воссоздать движение выходного или любого рабочего звена с заданной точностью и обеспечить необходимую жёсткость, надёжность и компактность конструкции. Синтез пространственных механизмов проводили по заданному закону выходного звена. Для реализации колебательного движения с рабочими участками на прямом и обратном ходе можно использовать кривошипно-коромысловые пятизвенники, у которых углы скрещивания геометрических осей шарниров смежных звеньев 4 и 5 равны $\alpha_4 = \alpha_5 = 90^\circ$. Аналогичным способом был проведен синтез пространственного пятизвенника, у которого углы скрещивания осей шарниров выходного звена α_4 и стойки α_5 связаны зависимостью $\alpha_4 = 180^\circ - \alpha_5$, по воспроизведению колебательного движения выходного балансира с рабочим ходом на прямом участке. Выявлены оптимальные структурные схемы пространственных пяти- и шестизвенных механизмов, которые воспроизводят с требуемой точностью линейную функцию при колебательном и вращательном движении выходного звена. Полученные зависимости будут использованы для автоматизации оптимизационного синтеза по целевой функции шестизвенного механизма (или его пятизвенной модификации), воспроизводящего линейную функцию на некоторой части оборота выходного звена при его полной проворачиваемости.

Ключевые слова: пространственные механизмы, вращательные пары, синтез, целевая функция, движение выходного звена.

Введение. Пространственные механизмы с вращательными парами всегда вызывали интерес для практического использования в качестве передаточных и базовых механизмов различных технических устройств [1, 2, 3]. Они позволяют воссоздать движение выходного или любого рабочего звена с заданной точностью и обеспечить необходимую жёсткость, надёжность и компактность конструкции. При этом значительно повышается её долговечность и снижаются энергетические потери, так как все шарнирные узлы (вращательные кинематические пары) выполнены на подшипниках качения и надёжно изолированы от негативного воздействия внешней среды [4, 5, 6]. Решение задач синтеза таких механизмов, несмотря на сложность, остается несомненно, важным аспектом развития теории пространственных механизмов.

Цель исследований – выявление оптимальных структурных схем пространственных пяти- и шестизвенных механизмов, которые воспроизводят с требуемой точностью линейную функцию при колебательном и вращательном движении выходного звена.

Условия, материалы и методы. Для синтеза пространственных механизмов с вращательными парами по заданному закону выходного звена был проведён анализ структурных схем [7, 8], конструктивная реализация которых позволит точно воспроизвести требуемую линейную функцию движения. Его результаты показали, что для реализации колебательного движения с рабочими участками на прямом и обратном ходе представляют интерес кривошипно-коромысловые пятизвенники, у кото-

рых углы скрещивания геометрических осей шарниров смежных звеньев 4 и 5 равны $\alpha_4 = \alpha_5 = 90^\circ$ (рис. 1а).

Для воспроизведения колебательного движения с рабочим ходом на прямом участке лучше использовать пятизвенники, у которых те же углы для смежных звеньев связаны зависимостью $\alpha_4 = 180^\circ - \alpha_5$ (рис. 1б).

Воспроизведения линейной функции на некоторой части оборота выходного звена

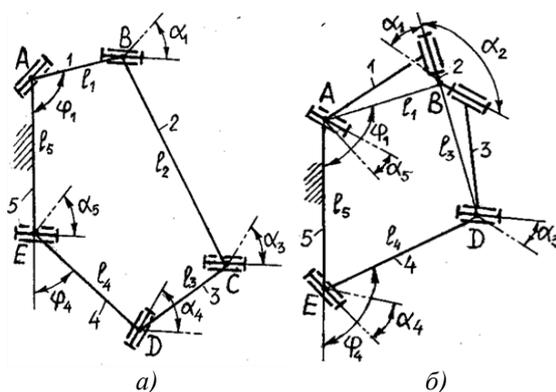
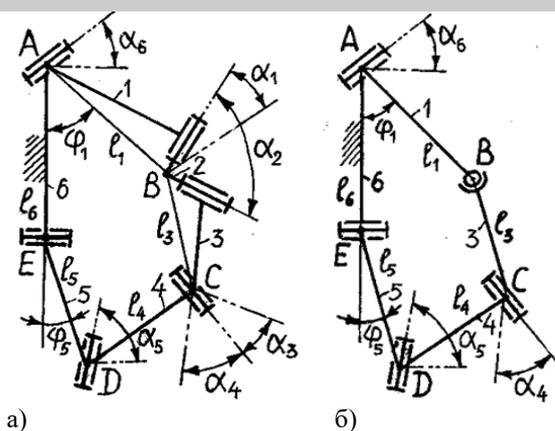


Рис. 1 – Кинематические схемы пространственных пятизвенников.
а) с зависимостью углов скрещивания геометрических осей шарниров звеньев $\alpha_4 = \alpha_5 = 90^\circ$;
б) с зависимостью этих углов $\alpha_4 = 180^\circ - \alpha_5$

можно добиться с использованием двухкривошипных шестизвенных пространственных механизмов (рис. 2а), или их пятизвенной модификации (рис. 2б).



а) б)
Рис. 2 – Кинематические схемы пространственных шестизвенников. а) с зависимостью углов скрещивания геометрических осей шарниров звеньев $\dot{\alpha}_4 = 180^\circ - \dot{\alpha}_6$; б) пятизвенник, с одной сферической кинематической парой модификация шестизвенника

Первый тип пятизвенника, показанный на рис. 1а, существует при условиях:

$$\begin{aligned} \dot{\alpha}_1 = \dot{\alpha}_3; l_1 = l_3 & \quad (1a) \\ \dot{\alpha}_1 = \dot{\alpha}_3 = 90^\circ; l_1 = l_3 & \quad (1б) \\ l_{1,3} = l_{4,5} * \sin \dot{\alpha}_{1,3}; & \quad (1в) \\ l_2 = 2l_4 = 2l_5; & \quad (1г) \end{aligned}$$

здесь и далее, $\dot{\alpha}_i$ – угол скрещивания геометрических осей шарниров звена, отсчитываемый против часовой стрелки, принимая за начало отсчёта ось шарнира, обращенного к наблюдателю, l_i – кратчайшее расстояние между осями шарниров (теоретическая длина звена).

Структурные зависимости для второго типа пятизвенника (рис. 1б) имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} \dot{\alpha}_1 = \dot{\alpha}_3; l_1 = l_3; & \quad (2a) \\ \dot{\alpha}_2 = 180^\circ - 2\dot{\alpha}_5; l_2 = 0 & \quad (2б) \\ l_{1,3} = l_{4,5} * \sin \dot{\alpha}_{1,3} / \sin \dot{\alpha}_{4,5} & \quad (2в) \\ \dot{\alpha}_4 = 180^\circ - \dot{\alpha}_5; l_4 = l_5 & \quad (2г) \end{aligned}$$

Структурные параметры шестизвенника (рис. 2а) и пятизвенника со сферической парой (рис. 2б) связаны одинаковыми зависимостями:

$$\begin{aligned} \dot{\alpha}_2 = 180^\circ - 2\dot{\alpha}_6; l_2 = 0; & \quad (3a) \\ \dot{\alpha}_3 = \dot{\alpha}_5 - \dot{\alpha}_1; l_3 = l_5 - l_1 & \quad (3б) \\ \dot{\alpha}_4 = 180^\circ - \dot{\alpha}_6; l_4 = l_6; & \quad (3в) \\ \frac{l_1}{\sin \alpha_1} = \frac{l_5}{\sin \alpha_5} = \frac{l_6}{\sin \alpha_6} & \quad (3г) \end{aligned}$$

Следует отметить, что кинематика выходного звена пространственных механизмов с вращательными парами зависит только от угловых параметров звеньев [9, 10, 11], поэтому они и будут определяемыми параметрами при проектировании механизмов. При определении линейных параметров необходимо длину одного из звеньев задавать произвольно, исходя из функционального назначения механизма и конструктивного исполнения шарнирных узлов, остальные будут определяются по формулам (1)-(3).

Результаты и обсуждение. Проектирование пространственных пятизвенников, у которых $\dot{\alpha}_4 = \dot{\alpha}_5 = 90^\circ$, по воспроизведению колебательного движения выходного звена с рабочими участками на прямом и обратном ходе основано на зависимости (рис. 3) между углами поворота входного кривошипа 1 и выходного балансира 4 (см. рис. 1а) [12]:

$$\begin{aligned} \varphi_4 = \arcsin \frac{-\cos \alpha_1 \sin \varphi_1}{1 - \sin \alpha_1 \cos \varphi_1} - \\ - \arcsin \frac{\cos \alpha_1 \sin \varphi_1}{1 + \sin \alpha_1 \cos \varphi_1} - 180^\circ \end{aligned} \quad (4)$$

где $\dot{\alpha}_1$ – угол скрещивания геометрических осей шарниров кривошипа, φ_1 – угол его поворота, φ_4 – угол поворота балансира.

Рассмотрим механизм, у которого $\dot{\alpha}_1 < 90^\circ$.

Как видно из графика, кривая $\varphi_4 = f(\varphi_1)$ симметрична, относительно точки $\dot{\alpha}$. Поэтому отрезок прямой

$$cb = 2\dot{\alpha}b \text{ и } \varphi_4 = 2\varphi_{4p} \text{ (} \varphi_1 = 2\varphi_{1p} \text{)} \quad (5)$$

Следовательно, достаточно рассмотреть одну ветвь кривой $\varphi_4 = f(\varphi_1)$, то есть её отрезок $\dot{\alpha}k'b$, приближаемый к отрезку $\dot{\alpha}b$ прямой

$\varphi_{4p} = K\varphi_{1p}$ с точностью Δ_{\max} (рис. 4).

Тогда относительная погрешность равна:

$$\Delta \varphi_4^0 = \frac{\Delta_{\max}}{\varphi_{4p}} * 100\%. \quad (6)$$

Величина прямолинейного рабочего участка на прямом и обратном ходе одинакова (рис. 3), из этого можно следовать, что такой подход можно использовать при определении целевой функции для проектирования механизма.

При проектировании механизма необходимо исходить из заданной величины рабочего (прямолинейного) участка движения балансира φ_{4p} и его полного углового хода φ_{4m} , связанных зависимостью:

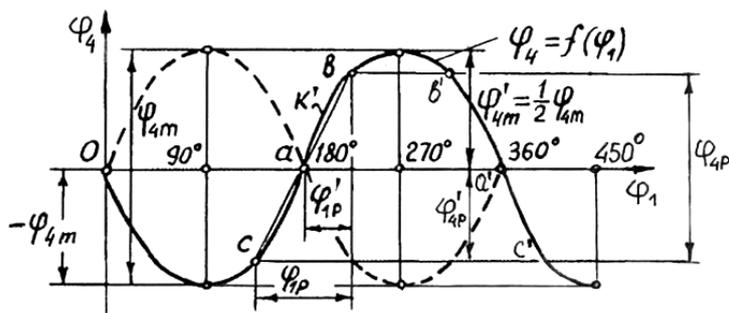


Рис. 3 – Графики зависимости угла поворота выходного звена от угла поворота входного ($\varphi_4 = f(\varphi_1)$). Сплошной линией показан график для случая, когда $\dot{\alpha}_1 < 90^\circ$, пунктирной – когда $\dot{\alpha}_1 > 90^\circ$

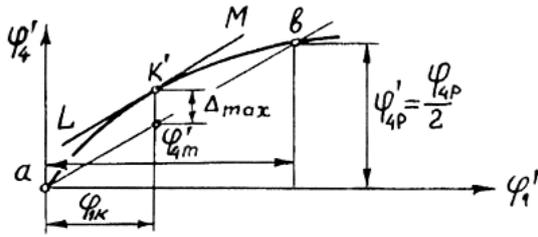


Рис. 4 – К определению целевой функции для проектирования механизма.

$$\frac{\varphi_{4p}}{\varphi_{4m}} = n. \quad (7)$$

При этом должна обеспечиваться точность воспроизведения относительной погрешности $\Delta\varphi_4^0 = 1 \div 10\%$ [8].

Для пятизвенника, у которого углы скрещивания геометрических осей шарниров звеньев равны $\dot{\alpha}_4 = \dot{\alpha}_5 = 90^\circ$ (см. рис 1а) ход определим по формуле:

$$\varphi_{4m} = 4\dot{\alpha}_1 \quad (8)$$

Тогда, принимая во внимание формулу (7), будем иметь:

$$\frac{\varphi_{4p}}{n} = 4\alpha_1 \quad (9)$$

отсюда:

$$\alpha_1 = \frac{\varphi_{4p}}{4n} \quad (10)$$

Найдя угол $\dot{\alpha}_1$, для заданных значений величин φ_{4p} и n , получим максимальное отклонение Δ_{\max} из выражения:

$$\Delta_{\max} = \varphi_{4k} - K * \varphi_{1k} \quad (11)$$

Входящий в эту формулу угол φ_{4k} определяется из выражения (4) подстановкой в него $\varphi_1 = 180^\circ - \varphi_{1k}$, а

$$K = \frac{\varphi_{4p}}{\varphi_{1p}} = \frac{\varphi_{4p}}{2\varphi_{1p}} \quad (12)$$

где K – угловой коэффициент, соответствующий тангенсу угла наклона к горизонтальной оси прямолинейного участка ab и

$$\varphi_{1k} = \arccos \left[\frac{\cos \alpha_1 - \sqrt{\cos^2 \alpha_1 + K^2}}{K * \sin \alpha_1} \right] \quad (13)$$

где φ_{1k} – угол, определяющий точку касания касательной LM (см. рис. 4), проведённой параллельно отрезку ab . В свою очередь, угол φ_{1p} , входящий в формулу (12), находится из выражения:

$$\varphi_{1p} = \arcsin \sqrt{\frac{1 - \cos \frac{\varphi_{4p}}{2}}{\text{tg}^2 \alpha_1 \left(1 + \cos \frac{\varphi_{4p}}{2} \right)}} \quad (14)$$

При направленном поиске параметров механизма относительная погрешность $\Delta\varphi_4^0$ должна иметь минимальное значение [13]. Для синтеза механизма получена целевая функция Δ_{\max} и соответствующие формулы, необходимые для воспроизводства выходным звеном колебательного движения с рабочими участками на прямом и обратном ходе.

Рассмотрим теперь синтез пространственного пятизвенника, у которого углы скрещива-

ния осей шарниров выходного звена $\dot{\alpha}_4$ и стойки $\dot{\alpha}_5$ связаны зависимостью $\dot{\alpha}_4 = 180^\circ - \dot{\alpha}_5$, по воспроизведению колебательного движения выходного балансира с рабочим ходом на прямом участке. Угол φ_4 поворота выходного балансира этого пятизвенника (см. рис. 1б) в зависимости от угла φ_1 поворота входного кривошипа (рис. 5) определяется следующим выражением [14, 15]:

$$\varphi_4 = \arcsin \frac{(\cos \alpha_5 - \cos \alpha_1) \sin \varphi_1}{1 - \cos \alpha_1 \cos \alpha_5 - \sin \alpha_1 \sin \alpha_5 \cos \varphi_1} + \arcsin \frac{-(\cos \alpha_5 + \cos \alpha_1) \sin \varphi_1}{1 + \cos \alpha_1 \cos \alpha_5 + \sin \alpha_1 \sin \alpha_5 \cos \varphi_1} - 180^\circ \quad (15)$$

Рассмотрим случай, когда $\dot{\alpha}_1 > 90^\circ$. Видно, что кривая $\varphi_4 = f(\varphi_1)$, как и для предыдущего типа пятизвенника, симметрична относительно точки a , поэтому все отмеченное ранее о точности приближения соответствующего участка кривой $\varphi_4 = f(\varphi_1)$ к отрезку прямой, справедливо и здесь [16].

В рассматриваемом случае кроме целевой функции составим дополнительное уравнение, связывающее ход балансира, углы $\dot{\alpha}_1$ и $\dot{\alpha}_5$.

Оно имеет следующий вид:

$$\cos \left(90^\circ - \frac{\varphi_{4m}}{4} \right) = \pm \text{tg} \alpha_1 \frac{1 + \cos 2\alpha_5}{\sin 2\alpha_5}$$

или

$$\sin \frac{\varphi_{4m}}{4} = \pm \text{tg} \alpha_1 \frac{1 + \cos 2\alpha_5}{\sin 2\alpha_5} \quad (16)$$

Отсюда:

$$\text{tg} \alpha_1 = \pm \frac{\sin 2\alpha_5 \sin \frac{\varphi_{4m}}{4}}{1 + \cos 2\alpha_5} \quad (17)$$

Учитывая, что:

$$\varphi_{4m} = \frac{\varphi_{1p}}{n}$$

имеем:

$$\alpha_1 = \arctg \frac{\sin 2\alpha_5 \sin \frac{\varphi_{1p}}{4n}}{1 + \cos 2\alpha_5} \quad (18)$$

Теперь найдём максимальное отклонение:

$$\Delta_{\max} = \arcsin \frac{(\cos \alpha_5 - \cos \alpha_1) \sin \varphi_x}{1 - \cos \alpha_1 \cos \alpha_5 + \sin \alpha_1 \sin \alpha_5 \cos \varphi_x} + \arcsin \frac{(\cos \alpha_5 + \cos \alpha_1) \sin \varphi_x}{1 + \cos \alpha_1 \cos \alpha_5 + \sin \alpha_1 \sin \alpha_5 \cos \varphi_x} - K\varphi_x \quad (19)$$

Входящий в эту зависимость угловой коэффициент K определяется по формуле (12), в которую подставляется значение угла φ_{1p} , найденное из выражения:

$$\varphi_{1p} = \arccos \left(\frac{b + \sqrt{b^2 - ac}}{2a} \right) \quad (20)$$

где

$$a = \sin^2 \alpha_1 \left[2 - \sin^2 \alpha_5 \left(1 + \cos \frac{\varphi_{4p}}{2} \right) \right] \quad (21a)$$

$$b = -2 \sin \alpha_1 \sin \alpha_5 \left(1 - \cos \frac{\varphi_{4p}}{2} \right) \quad (21б)$$

$$c = 1 - \cos \frac{\varphi_{4p}}{2} - \cos^2 \alpha_5 \left[2 - \cos^2 \alpha_1 \left(1 + \cos \frac{\varphi_{4p}}{2} \right) \right] \quad (21в)$$

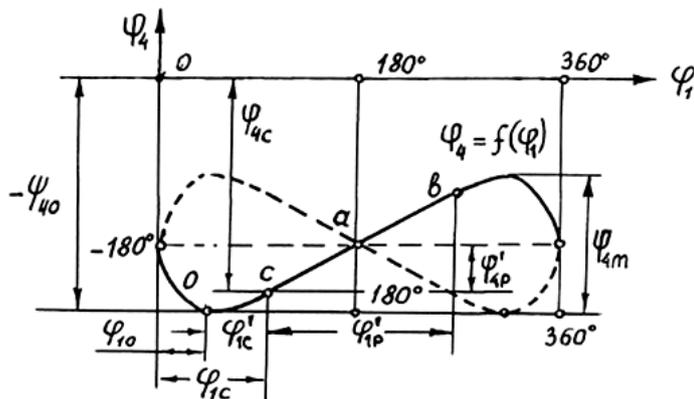


Рис. 5 – График зависимости угла поворота выходного звена от угла поворота входного для второго типа пятизвенника.

сплошная линия – для случая, когда $\dot{\alpha}_1 < 90^\circ$, пунктирная – когда $\dot{\alpha}_1 > 90^\circ$

Угол φ_k вычисляется по формуле:

$$\varphi_k = \arccos \frac{\cos \alpha_5 - K \pm \sqrt{\cos \alpha_5 [\cos \alpha_5 - K \cos^2 \alpha_1 (2 - K \cos \alpha_5)]}}{K \sin \alpha_1 \sin \alpha_5} \quad (22)$$

Таким образом, определена целевая функция (22) и соответствующие зависимости, которые позволяют проектировать пространственный пятизвенник и его четырёхзвенные модификации, осуществляющие колебательные движения выходного балансира с рабочим ходом на прямом участке.

Рассмотрим теперь проектирование шестизвенных механизмов по воспроизведению линейной функции на некоторой части оборота выходного звена, при условии, что это кривошип, то есть выполняется полная его проворачиваемость. Для существования таких механизмов структурные параметры их должны отвечать условиям, представленным формулами (3). Тогда зависимость между углами поворота входного (φ_1) и выходного (φ_5) звеньев (рис. 6) определяет следующее выражение:

$$\varphi_5 = \arcsin \frac{(\cos \alpha_6 - \cos \alpha_1) \sin \varphi_1}{1 - \cos \alpha_1 \cos \alpha_6 - \sin \alpha_1 \sin \alpha_6 \cos \varphi_1} + \arcsin \frac{(\cos \alpha_6 + \cos \alpha_1) \sin \varphi_1}{1 + \cos \alpha_1 \cos \alpha_6 - \sin \alpha_1 \sin \alpha_6 \cos \varphi_1} + \arcsin \frac{-(\cos \alpha_6 + \cos \alpha_5) \sin \varphi_1}{1 + \cos \alpha_5 \cos \alpha_6 - \sin \alpha_5 \sin \alpha_6 \cos \varphi_1} \quad (23)$$

где α_6 – угол скрещивания осей шарниров станины (стойки), величина которого может быть выбрана из диапазона $65 \dots 85^\circ$ с интервалом $0,5^\circ$.

Угол α_5 скрещивания осей шарниров ведомого звена – кривошипа берётся в пределах от $213^\circ - \alpha_6$ до $183^\circ - \alpha_6$ с тем же интервалом, а угол α_1 скрещивания осей шарниров ведущего кривошипа должен быть менее 90° .

Как видно из графика зависимости (23), кривая $\varphi_5 = f(\varphi_1)$ симметрична относительно точки *a*. Поэтому и отрезок прямой $cb = 2ab$, а также угол $\varphi_{1p} = 2\varphi_1$ ($\varphi_{5p} = 2\varphi_{5p}$). Предварительными расчётами было установлено, что величина φ_{1p} рабочего угла поворота входного кривошипа должна находиться в пределах $180 \dots 300^\circ$. Тогда соответствующий рабочий угол φ_{5p} поворота выходного кривошипа будет находиться с ним в следующей зависимости:

$$K = \frac{\varphi_{5p}}{\varphi_{1p}} = \frac{\varphi_{5p}}{\varphi_{1p}} = 0,1 \dots 0,5.$$

Синтез механизма проводится так, чтобы максимальное отклонение Δ_{max} кривой $\varphi_5 = f(\varphi_1)$ на участке *cb* не превышало величины, ограничиваемой относительной погрешностью:

$$\Delta \varphi_5^0 = \frac{\Delta_{max}}{\varphi_{5p}} * 100\% \leq * \varphi_5$$

Как и в предыдущем случае его можно вести методом целенаправленного поиска из условия минимизации функции Δ_{max} . Однако прежде чем перейти к определению этой функции, составим уравнение, связывающее угол α_1 и другие входные и выходные параметры синтеза механизма. Оно имеет вид:

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{A}{B} \quad (24)$$

где

$$A = \sin \alpha_6 \left[\left(1 - \cos \frac{\varphi_{1p}}{2} \cos \frac{K\varphi_{1p}}{2} \right) (1 + \cos \alpha_5 \cos \alpha_6) + \sin \frac{\varphi_{1p}}{2} \sin \frac{K\varphi_{1p}}{2} (\cos \alpha_6 + \cos \alpha_5) + \sin \alpha_5 \sin \alpha_6 \left(\cos \frac{\varphi_{1p}}{2} - \cos \frac{K\varphi_{1p}}{2} \right) \right] \quad (25)$$

$$B = \left(\cos \frac{K\varphi_{1p}}{2} - \cos \frac{\varphi_{1p}}{2} \right) \left(1 + \cos \alpha_1 \cos \alpha_6 + \sin \alpha_1 \sin \alpha_6 \cos \frac{\varphi_{1p}}{2} \right) - \sin \alpha_6 \sin \frac{\varphi_{1p}}{2} \left[\sin \frac{K\varphi_{1p}}{2} \left(\sin \alpha_6 \cos \alpha_5 \cos \frac{\varphi_{1p}}{2} - \cos \alpha_5 \sin \alpha_6 \right) + \sin \alpha_6 \sin \frac{K\varphi_{1p}}{2} \cos \frac{K\varphi_{1p}}{2} \right] \quad (26)$$

Выражение (24) получено из уравнения:

$$l_1 \cos \varphi_1 = l_6 + l_5 \cos \varphi_5 - l_6 (\cos \varphi_1 \cos \varphi_5 - \cos \alpha_5 \sin \varphi_1 \sin \varphi_5) + (l_5 - l_1) * \left[\cos \alpha_5 \sin \varphi_1 \cos \gamma_3 - (\sin \alpha_5 \sin \alpha_6 - \cos \alpha_5 \cos \alpha_6 \cos \varphi_1) \sin \gamma_3 \right] \sin \varphi_5 - \left[-(\cos \varphi_1 \cos \gamma_3 - \cos \alpha_6 \sin \varphi_1 \sin \gamma_3) \cos \varphi_5 \right] \quad (27)$$

с учётом того, что:

$$\frac{l_1}{\sin \alpha_1} = \frac{l_5}{\sin \alpha_5} = \frac{l_6}{\sin \alpha_6}$$

$$\varphi_1 = 180^\circ + \varphi_{1p}' = 180^\circ + \frac{\varphi_{1p}}{2},$$

$$\varphi_5 = 180^\circ + \varphi_{5p}' = 180^\circ + \frac{K\varphi_{5p}}{2}$$

и

$$\sin \gamma_3 = \frac{-(\cos \alpha_6 - \cos \alpha_5) \sin \varphi_1}{1 + \cos \alpha_5 \cos \alpha_6 - \sin \alpha_5 \sin \alpha_6 \cos \varphi_1}$$

$$\cos \gamma_3 = \frac{(1 + \cos \alpha_5 \cos \alpha_6) \cos \varphi_1 - \sin \alpha_5 \sin \alpha_6}{1 + \cos \alpha_5 \cos \alpha_6 - \sin \alpha_5 \sin \alpha_6 \cos \varphi_1}$$

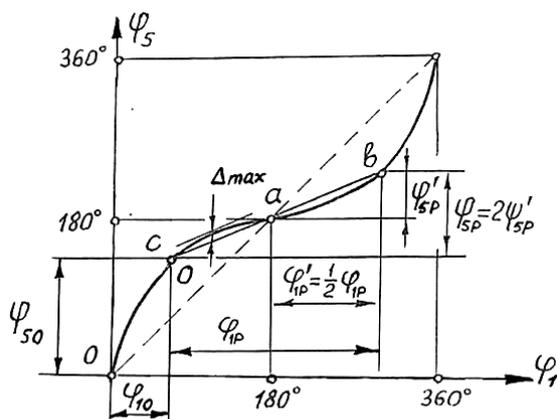


Рис. 6 – График зависимости угла поворота выходного звена от угла поворота входного для шестизвенника.

В свою очередь, зависимость (27) найдена решением составленного для векторного контура ABCDE (рис. 7) векторного уравнения:

$$\overline{AB} = \overline{AF} + \overline{FE} + \overline{ED} + \overline{DC} \quad (28)$$

в проекции на ось Y.

Теперь перейдем к функции Δ_{max} . Для рассматриваемого механизма на основании формулы (23) можно найти выражение, которое позволяет определить эту функцию:

$$\Delta_{max} = \arcsin \frac{(\cos \alpha_6 - \cos \alpha_1) \sin \varphi_{1K}}{1 - \cos \alpha_1 \cos \alpha_6 - \sin \alpha_1 \sin \alpha_6 \cos \varphi_{1K}} + \arcsin \frac{(\cos \alpha_6 + \cos \alpha_1) \sin \varphi_{1K}}{1 + \cos \alpha_1 \cos \alpha_6 - \sin \alpha_1 \sin \alpha_6 \cos \varphi_{1K}} - \arcsin \frac{(\cos \alpha_6 + \cos \alpha_5) \sin \varphi_{1K}}{1 + \cos \alpha_5 \cos \alpha_6 - \sin \alpha_5 \sin \alpha_6 \cos \varphi_{1K}} - K \varphi_{1K} \quad (29)$$

Входящий сюда угол φ_{1K} найдём из равенства частной производной $\frac{\partial \varphi_5}{\partial \varphi_1}$ угловому коэффициенту K, то есть:

$$\frac{\partial \varphi_5}{\partial \varphi_1} = \frac{\cos \alpha_6 - \cos \alpha_1}{1 - \cos \alpha_1 \cos \alpha_6 - \sin \alpha_1 \sin \alpha_6 \cos \varphi_{1K}} + \frac{\cos \alpha_6 + \cos \alpha_1}{1 + \cos \alpha_1 \cos \alpha_6 - \sin \alpha_1 \sin \alpha_6 \cos \varphi_{1K}} - \frac{\cos \alpha_6 - \cos \alpha_5}{1 + \cos \alpha_5 \cos \alpha_6 - \sin \alpha_5 \sin \alpha_6 \cos \varphi_{1K}} = K \quad (30)$$

где $\varphi_{1K} = 180^\circ + \varphi_{1K}$

Из этого выражения после ряда преобразований получим:

$$x^3 + ax^2 + bx + c = 0 \quad (31)$$

где $x = \cos \varphi_{1K}$,

$$a = \frac{1}{K \sin \alpha_1 \sin \alpha_5 \sin \alpha_6} \{ \sin \alpha_1 (\cos \alpha_6 + \cos \alpha_5) - 2 \sin \alpha_5 \cos \alpha_6 + K [\sin \alpha_1 (1 + \cos \alpha_1 \cos \alpha_6) + 2 \sin \alpha_5] - 2 \sin \alpha_5 \cos \alpha_6 + K [\sin \alpha_1 (1 + \cos \alpha_1 \cos \alpha_6) + 2 \sin \alpha_5] \} \quad (32a)$$

$$b = \frac{1}{K \sin^2 \alpha_1 \sin^2 \alpha_6 \sin \alpha_5} \{ 2 \sin \alpha_1 (\cos \alpha_5 \sin^2 \alpha_6 - \sin \alpha_1 \sin \alpha_5 \cos \alpha_6) + K [2 \sin \alpha_1 (1 + \cos \alpha_1 \cos \alpha_6) + \sin \alpha_5 (1 - \cos^2 \alpha_1 \cos^2 \alpha_6)] \} \quad (32b)$$

$$c = \frac{1}{K \sin^2 \alpha_1 \sin^3 \alpha_6 \sin \alpha_5} \{ (1 + \cos \alpha_1 \cos \alpha_6) [(1 - \cos^2 \alpha_1 \cos^2 \alpha_6) * K - \sin^2 \alpha_1 \cos \alpha_6] + \sin^2 \alpha_6 (\cos \alpha_5 + \cos^2 \alpha_1 \cos \alpha_6) \} \quad (32b)$$

Для решения полученного кубического уравнения используем формулу Кардано. Найдём дискриминант уравнения:

$$\Delta = \left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{pq}{3}\right)^3 \quad (33)$$

Здесь:

$$q = \frac{2a^3}{27} - \frac{ab}{3} + c \quad (34a)$$

$$p = -\frac{a^2}{3} + b \quad (34b)$$

В случае, если детерминант $\Delta > 0$, то действительный корень уравнения один:

$$x_1 = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\Delta}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\Delta}} - \frac{a}{3} \quad (35)$$

и, следовательно:

$$\varphi_{1K} = \arccos x_1$$

Если $\Delta = 0$, при этом p и q не равны нулю, то действительных корней два:

$$x_1 = \frac{3a}{p} - \frac{a}{3}, x_2 = -\left(\frac{3q}{2p} + \frac{a}{3}\right) \quad (36)$$

и

$$\varphi_{(1)K} = \arccos x_1, \varphi_{(2)K} = \arccos x_2$$

Если же $\Delta < 0$, то действительных корней три:

$$x_1 = 2 \sqrt[3]{r} \cos \frac{\beta}{3} - \frac{a}{3} \\ x_2 = 2 \sqrt[3]{r} \cos \frac{\beta + 360^\circ}{3} - \frac{a}{3} \\ x_3 = 2 \sqrt[3]{r} \cos \frac{\beta + 720^\circ}{3} - \frac{a}{3} \quad (37)$$

Здесь:

$$\sqrt[3]{r} = \sqrt[3]{-\frac{p}{3}}; \cos \beta = -\frac{q}{2r}; r = \sqrt[3]{\frac{p^3}{27}}$$

Тогда:

$\varphi_{(1)K} = \arccos x_1, \varphi_{(2)K} = \arccos x_2, \varphi_{(3)K} = \arccos x_3$
значение угла φ_{1K} выбираем так, чтобы выполнялось условие $\varphi_{1K} \leq \varphi_{1p}$.

Полученные зависимости необходимы для

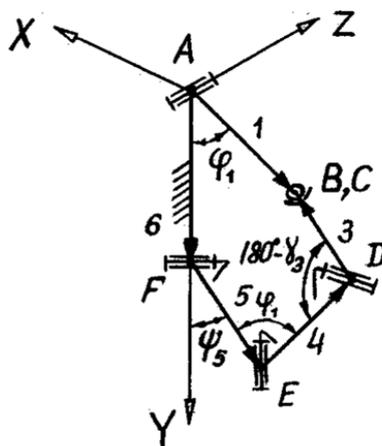


Рис. 7 – Кинематическая схема пространственного шестизвенника с векторным контуром AFEDBC.

автоматизации оптимизационного синтеза по целевой функции шестизвенного механизма (или его пятизвенной модификации), воспроизводящего линейную функцию на некоторой части оборота выходного звена при его полной проворачиваемости. Синтез можно проводить, задав рабочий участок φ_{1p} угла поворота входного кривошипа, а также верхние предельные значения коэффициента K и углов $\dot{\alpha}_5$ и $\dot{\alpha}_6$. После нахождения угла $\dot{\alpha}_1$ ведётся подсчёт целевой функции с учётом условия:

$$\Delta\varphi_5^0 \leq \Delta\varphi_5$$

Определение величин K , $\dot{\alpha}_1$, $\dot{\alpha}_5$, $\dot{\alpha}_6$ позволяет найти другие угловые и линейные параметры по приведённым формулам.

Выводы. Для реализации колебательно-го движения с рабочими участками на прямом и обратном ходе представляют интерес кривошипно-коромысловые пятизвенники, у которых углы скрещивания геометрических осей шарниров смежных звеньев 4 и 5 равны $\dot{\alpha}_4 = \dot{\alpha}_5$

$= 90^\circ$. Аналогичным способом был проведен синтез пространственного пятизвенника, у которого углы скрещивания осей шарниров выходного звена $\dot{\alpha}_4$ и стойки $\dot{\alpha}_5$ связаны зависимостью $\dot{\alpha}_4 = 180^\circ - \dot{\alpha}_5$, по воспроизведению колебательного движения выходного балансира с рабочим ходом на прямом участке.

В результате проведенных исследований выявлены оптимальные структурные схемы пространственных пяти- и шестизвенных механизмов, которые воспроизводят с требуемой точностью линейную функцию при колебательном и вращательном движении выходного звена.

Полученные зависимости будут использованы для автоматизации оптимизационного синтеза по целевой функции шестизвенного механизма (или его пятизвенной модификации), воспроизводящего линейную функцию на некоторой части оборота выходного звена при его полной проворачиваемости.

Литература

1. Мудров А. П., Мудров А. Г., Пикмуллин Г. В. Пространственные механизмы с вращательными парами // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: научные труды I-ой Международной научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. С. 65-69.
2. Мудров, А. П. Проектирование пространственного 5R механизма по заданному закону движения выходного звена / А. П. Мудров, А. Г. Мудров, Г. В. Пикмуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 2(58). – С. 107-113.
3. Левицкая, О.Н., Левицкий, Н.И. Курс теории механизмов и машин. М.: Высшая школа, 1978. 270 с.
4. Обоснование применения рабочего органа колебательного вида для обработки почвы / И.М. Салахов, А.В. Матяшин, Н.Ф. Вафин и др. // Техника и оборудование для села. 2018. № 3. С. 21-23.
5. Обоснование формы и определение конструктивных параметров ротационного рыхлителя почвы / Г. Г. Булгариев, Г. В. Пикмуллин, И. Г. Галиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 73-76.
6. Теоретическое обоснование оценки технического состояния двигателя внутреннего сгорания по величине суммарной ЭДС в парах трения / И. Р. Салахутдинов, А. А. Глущенко, Д. Е. Молочников [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 1(61). – С. 90-95.
7. Мудров, А. Г. Исследование пространственных механизмов с особой структурой / А. Г. Мудров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 2(53). – С. 111-116.
8. Многопроцессорная система управления манипулятором параллельно-последовательной структуры / Н.С. Воробьева, В.В. Жога, И.А. Несмиянов и др. // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2022. № 4 (263). С. 12-19.
9. Дяшкин-Титов В.В., Воробьева Н.С., Жога В.В. Математическая модель динамики шестимассовой системы механизма манипулятора параллельной структуры // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2021. № 9 (256). С. 32-37.
10. Ибяттов, Р. И. О моделировании случайных процессов в агропромышленном комплексе / Р. И. Ибяттов, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1 (65). – С. 50-55.
11. Мудров, А. Г. Совершенствование смесителя "Турбула" / А. Г. Мудров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 3(54). – С. 108-111.
12. Воробьева Н.С., Жога В.В., Жога Л.В. Динамический синтез алгоритмов управления манипулятором параллельно-последовательной структуры // Мехатроника, автоматизация, управление. 2020. Т. 21. № 12. С. 706-715.
13. Влияние уровня эксплуатации тракторов в сельскохозяйственном производстве на показатели их надежности / И. Г. Галиев, Р. К. Хусаинов, Т. А. Хусаинова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 77-80.
14. Яруллин М.Г., Мингазов М.Р. Кинематика характерных точек рабочих звеньев пространственного 4R-механизма как активатора процессов перемешивания // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. 2014. № 3 (63). С. 34-38.
15. Яруллин М.Г., Мингазов М.Р. К синтезу сферических механизмов с вращательными парами // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2014. № 1. С. 75-80.
16. Алейников, Ю. Г. Оптимизация движения опор шагающей машины с динамической устойчивостью / Ю. Г. Алейников // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 1 (61). – С. 66-70.

Сведения об авторах:

Мудров Александр Петрович – кандидат технических наук, доцент; e-mail: mudrov.aleks@yandex.ru
 Казанский государственный аграрный университет; Казанский национальный исследовательский технический университет (КАИ) им. А.Н.Туполева, Казань, Россия
 Хабибуллин Фаниль Фаргатович – кандидат технических наук, доцент; e-mail: fanil_arsk@mail.ru

Казанский национальный исследовательский технический университет (КАИ) им. А.Н.Туполева, Казань, Россия

Пикмуллин Геннадий Васильевич – кандидат технических наук, доцент; e-mail: pikmullin@mail.ru
Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

Гургенидзе Зураб Джемалович – кандидат технических наук, доцент; e-mail: t001ke116rus@mail.ru
Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

**SYNTHESIS OF SPATIAL FIVE- AND SIX-LINK MECHANISMS WITH ROTATIONAL PAIRS
BY THE MOVEMENT OF THE OUTPUT LINK**

A.P. Mudrov, F.F. Khabibullin, G.V. Pikmullin, Z.D. Gurgeniдзе

Abstract. The research was carried out in order to identify the optimal structural schemes of three-dimensional five- and six-link mechanisms with rotational pairs, which reproduce with the required accuracy a linear function during oscillatory and rotational motion of the output link. Spatial mechanisms, which are used as transmission and base mechanisms, make it possible to recreate the movement of the output or any working link with a given accuracy and provide the necessary rigidity, reliability and compactness of the structure. The synthesis of spatial mechanisms was carried out according to the given law of the output link. To implement oscillatory motion with working sections on the forward and reverse stroke, you can use crank-rocker five-links, in which the angles of crossing of the geometric axes of the hinges of adjacent links 4 and 5 are equal to $\alpha_4 = \alpha_5 = 90^\circ$. In a similar way, the synthesis of a spatial five-link was carried out, in which the angles of crossing the axes of the hinges of the output link α_4 and the rack α_5 are related by the dependence $\alpha_4 = 180^\circ - \alpha_5$, by reproducing the oscillatory motion of the output balancer with the working stroke in a straight section. Optimal structural schemes of three-dimensional five- and six-link mechanisms are revealed, which reproduce with the required accuracy a linear function during the oscillatory and rotational motion of the output link. The resulting dependencies will be used to automate the optimization synthesis for the objective function of the six-link mechanism (or its five-link modification), which reproduces a linear function on a certain part of the turn of the output link with its full cranking

Key words: spatial mechanisms, rotational pairs, synthesis, objective function, movement of the output link.

References

1. Mudrov AP, Mudrov AG, Pikmullin GV. [Spatial mechanisms with rotational pairs]. Nauchnoe soprovozhdenie tekhnologii agropromyshlennogo kompleksa: teoriya, praktika, innovatsii: nauchnye trudy I-oi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Kazan': Kazanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. 2020; 65-69 p.
2. Mudrov AP, Mudrov AG, Pikmullin GV. [Designing a spatial 5R mechanism according to a given law of motion of the output link]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020; Vol.15. 2(58). 107-113 p.
3. Levitskaya ON, Levitskiy NI. Kurs teorii mekhanizmov i mashin. [Course of the theory of mechanisms and machines]. Moscow: Vysshaya shkola. 1978; 270 p.
4. Salakhov IM, Matyashin AV, Vafin NF. [Substantiation of the use of the working unit of an oscillatory type for tillage]. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2018; 3. 21-23 p.
5. Bulgariev GG, Pikmullin GV, Galiev IG. [Justification of the form and determination of the design parameters of a rotary soil cultivator]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018; Vol.13. 3(50). 73-76 p.
6. Salakhutdinov IR, Glushchenko AA, Molochnikov DE. [Theoretical justification for assessing the technical condition of an internal combustion engine by the magnitude of the total EMF in friction pairs]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.16. 1(61). 90-95 p.
7. Mudrov AG. [Study of spatial mechanisms with a special structure]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; Vol.14. 2 (53). 111-116 p.
8. Vorob'eva NS, Zhoga VV, Nesmiyanov IA. [Multiprocessor control system for a parallel-serial structure manipulator]. Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2022; 4 (263). 12-19 p.
9. Dyashkin-Titov VV, Vorob'eva NS, Zhoga VV. [Mathematical model of the six-link mechanism system's dynamics of parallel structure manipulator]. Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2021; 9 (256). 32-37 p.
10. Ibyatov RI, Ziganshin BG. [On modeling random processes in the agro-industrial complex]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022; Vol.17. 1 (65). 50-55 p.
11. Mudrov AG. [Improving the mixer "Turbula"]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; Vol.14. 3 (54). 108-111 p.
12. Vorob'eva NS, Zhoga VV, Zhoga LV. [Dynamic synthesis of control algorithms for a parallel-serial structure manipulator]. Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie. 2020; Vol.21. 12. 706-715 p.
13. Galiev IG, Khusainov RK, Khusainova TA. [Influence of the level of operation of tractors in agricultural production on the indicators of their reliability]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018; Vol.13. 3 (50). 77-80 p.
14. Yarullin MG, Mingazov MR. [Kinematics of the characteristic points of the working links of the spatial 4R-mechanism as an activator of mixing processes]. Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova. 2014; 3 (63). 34-38 p.
15. Yarullin MG, Mingazov MR. [On the synthesis of spherical mechanisms with rotational pairs]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. A.N.Tupoleva. 2014; 1. 75-80 p.
16. Aleynikov YuG. [Optimization of the supports movement of a walking machine with dynamic stability]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.16. 1 (61). 66-70 p.

Authors:

Mudrov Aleksandr Petrovich – Ph.D. of Technical sciences, Associate Professor; e-mail: mudrov.aleks@yandex.ru
Kazan State Agrarian University and Kazan National Research Technical University (KAI) named after A.N.Tupolev
Kazan, Russia

Khabibullin Fanil Fargatovich - Ph.D. of Technical sciences, Associate Professor; e-mail: fanil_arsk@mail.ru
Kazan National Research Technical University (KAI) named after A.N.Tupolev, Kazan, Russia

Pikmullin Gennadiy Vasilevich – Ph.D. of Technical sciences, Associate Professor; e-mail: pikmullin@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Gurgeniдзе Зураб Джемалович – Ph.D. of Technical sciences, Associate Professor; e-mail: t001ke116rus@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАВМИРОВАНИЯ СЕМЯН В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИНАХ

Э.Г. Нуруллин, Р.А. Файзуллин

Реферат. В сельскохозяйственных машинах происходит травмирование семян, что наносит ущерб урожаю: создаются условия для развития вредных организмов при хранении, снижается полевая всхожесть. Это обуславливает необходимость совершенствования технологий и конструкций сельскохозяйственных машин, обеспечивающих снижение или исключение повреждения семян. Цель исследований – установление закономерностей изменения травмирования зерна в сельскохозяйственных машинах по этапам технологии. На основе специально разработанной сквозной методики в 2019–2021 гг. экспериментально исследовали травмирование семян пшеницы разных сортов и их репродуктивных анатомических частей – эндосперма, зародыша, хохолка. Введено новое понятие «степень травмированности» и предложена формула её расчёта, позволяющая количественно оценивать величину травмирования семян зерновых культур и их анатомических частей. Наибольшее травмирование происходит в зерноуборочных комбайнах, где его степень достигает 36,1...44,2 %. На каждом этапе независимо от применяемой технологии, комплекса машин и оборудования количество травмированных семян увеличивается следующим образом: при послеуборочной обработке с учётом отделения части травмированных зёрен, которые невозможно отслеживать – на 0,1...3,3 %; при снятии с хранения и окончательной подработке семенного материала перед протравливанием – на 5,0...10,4 %; в протравочной машине со шнековыми загрузочно-разгрузочными устройствами – на 7,3 %; в загрузчике семян шнекового типа – на 4,9 %; в посевных машинах индивидуального дозирования и гравитационной подачи семян в сошники – на 2,9...3,2 %, группового дозирования с пневмотранспортом высеваемого материала – на 4,4...4,7 %. В конечном итоге, при попадании в почву степень травмированности семян пшеницы составляет 57,0...61,4 %, из них с травмированием эндосперма – 51,7...58,4 %, зародыша – 1,9...2,2 %, хохолка – 1,1...1,8 %. Наименьшая травмированность отмечена при использовании мешков для загрузки посевных машин, вместо шнекового загрузчика.

Ключевые слова: травмирование семян, сельскохозяйственные машины.

Введение. При производстве зерна на разных этапах технологии в сельскохозяйственных машинах и оборудовании происходит его частичное повреждение. Существует два вида повреждения семян зерновых культур: дробление (видимые повреждения) и травмирование (невидимые микроповреждения анатомических частей).

Дробленные зёрна по размеру и массе отличаются от недробленных, поэтому легко отделяются при послеуборочной обработке. На дробление зерна в сельскохозяйственных машинах существуют агротехнические требования.

Травмированные зёрна не отличаются от не поврежденных и в процессе подготовки товарного зерна (продовольственного и семенного) их невозможно отделить, что наносит ущерб урожаю: создает условия для развития вредных организмов и болезней при хранении, снижает полевую всхожесть семенного материала [1, 2, 3]. В конечном итоге это приводит к снижению рентабельности растениеводческой отрасли и в целом сельскохозяйственного производства. На травмирование зерна агротехнические требования не установлены.

По проблеме травмирования зерна в сельскохозяйственных машинах на отдельных этапах технологии его производства за рубежом и в нашей стране проведено достаточно много исследований [4, 5, 6]. Однако на сегодняшний день отсутствуют результаты сквозных исследований, позволяющих оценить изменение величины травмирования зерна за весь

производственный цикл, начиная от зерноуборочного комбайна до посева [7]. Актуальность таких исследований определена необходимостью выявления перспективных направлений совершенствования технологий и конструкций сельскохозяйственных машин, обеспечивающих снижение или исключение повреждения семян зерновых культур.

Цель исследований – установление закономерностей изменения травмирования зерна в сельскохозяйственных машинах по этапам технологии производства.

Для ее достижения решали следующие основные задачи:

количественное определение величины травмирования семян в сельскохозяйственных машинах на всех этапах производства зерна и подготовки семенного материала при разных технологиях;

выявление изменения травмирования семян после каждого этапа и общих закономерностей её изменения в технологической цепи.

Условия, материалы и методы. На сегодняшний день производство зерна и подготовка семян предусматривают применение различных вариантов технологий, основанных на множестве сельскохозяйственных машин и оборудования отечественного и зарубежного производства [8, 9, 10]. Поэтому проведение исследований предусматривало три серии экспериментов в условиях разных сельскохозяйственных предприятий с семенами яровой пшеницы четырёх сортов, отличающихся по категории согласно ГОСТ Р 52325-2005

«Сортовые и посевные качества семян зерновых и зернобобовых растений».

Первая серия (2019 г.) была выполнена в специализированном семеноводческом хозяйстве ООО «Черемшан-Агро» Черемшанского района Республики Татарстан, расположенном на территории восточной и юго-восточной агропроизводственной зоны (подзона юго-восток), с семенами яровой пшеницы сорта Тулайковская 108 категории элита. Технология производства зерна и подготовки семян включала следующие этапы и машины:

обмолот (зерноуборочный комбайн ACROS-535);

послеуборочная обработка семян без сушки в технологической линии (нория НКЛ-12 + воздушно-решётная машина для первичной очистки МПО-30Р + нория НКЛ-6 + пневмосепаратор СМВО-30Б) с закладкой на зимнее хранение (выгрузка из накопительного бункера и перевозка на склад на автомобильном транспорте);

снятие со склада и окончательная подработка перед протравливанием (зернопогрузчик А-100 + нория НКЛ-12 + воздушно-решётная машина МПО-30Р + нория НКЛ-6 + пневмосепаратор СМВО-30Б + нория НКЛ-6 + триерный блок К-236А);

предпосевная обработка семян на протравочной машине ПС-20 с загрузкой в мешки биг-бэг с завязанным дном, перевозка их на поле и выгрузка в бункера посевных машин СЗ-3,6 и Томь-6,3;

посев сеялкой индивидуального дозирования и гравитационной подачи высеваемого материала в сошники СЗ-3,6;

посев посевным комплексом Томь-6,3 (сеялка централизованного дозирования с пневмотранспортом семян в сошники).

Вторую серию (2020 г.) экспериментов проводили в типичном сельскохозяйственном предприятии СХПК «Кызыл Юл» Балтасинского района Республики Татарстан, расположенном на территории Предкамской агропроизводственной зоны, с семенами яровой пшеницы сорта Архат первой репродукции.

Технология производства зерна и подготовки семян в этом хозяйстве включала следующие основные этапы и машины:

обмолот (зерноуборочный комбайн ДОН-1500Б);

послеуборочная обработка семян с сушкой на зерноочистительно-сушильном комплексе (нория НКЛ-12 + воздушно-решётная зерноочистительная машина МПО-50С + нория НКЛ-12 + зерносушильный агрегат М-819 + нория НКЛ-12 + воздушно-решётная машина ЗВС-20А + нория НКЛ-6 + пневмосепаратор СМВО-10Б) с закладкой на зимнее хранение (выгрузка из накопительного бункера и перевозка на склад на автомобильном транспорте);

снятие со склада и окончательная подработка с протравливанием перед посевом (зернопогрузчик ПЭС-100 + нория НКЛ-12 + воздушно-решётная машина МПО-50С + но-

рия НКЛ-6 + воздушно-решётная машина ЗВС-20А + нория НКЛ-6 + пневмосепаратор ПСМ-10 + нория НКЛ-6 + триерный блок БТ-800 + нория НКЛ-6 + протравливатель семян ПС-10 без загрузочно-разгрузочных устройств);

выгрузка из накопительного бункера в загрузчик семян ЗСНБ-25 шнекового типа на базе автомобиля КамАЗ, перевозка на поле и загрузка в бункер сеялки СЗП-3,6;

посев сеялкой индивидуального дозирования и гравитационной подачи высеваемого материала в сошники СЗП-3,6;

выгрузка из накопительного бункера в мешки биг-бэг с завязанным дном, перевозка на поле и загрузка посевного комплекса группового дозирования с пневмотранспортом семян в сошники AMAZON Primera DMC-9000, посев.

Третья серия экспериментов (2021 г.) была выполнена в семеноводческом хозяйстве ООО «Агрокомплекс Ак барс» Арского района Республики Татарстан, расположенном на территории Предкамской агропроизводственной зоны с семенами яровой пшеницы сортов Йолдыз и Ульяновская 105 категории элиты.

Исследования включали следующие этапы и машины:

обмолот пшеницы сорта Йолдыз (зерноуборочный комбайн СХ 6090 NEW HOLLAND);

послеуборочная обработка на зерноочистительном агрегате (нория НПЗ-12 + зерноочистительная машина ЗВС-20 + нория НПЗ-6 + семяочистительная машина СМВО-10Б + нория НПЗ-6 + триерный блок ПТ-600);

обмолот сорта Ульяновская 105 (на зерноуборочном комбайне СХ 6090 NEW HOLLAND);

послеуборочная обработка (нория НПЗ-12 + зерноочистительная машина К-527 + нория НПЗ-6 + зерноочистительная машина К-547 + нория НПЗ-6 + триерный блок К-236).

Выбор пшеницы в качестве объекта исследования, обусловлен следующими основными факторами:

высокая ценность и востребованность в качестве сырья для продуктов питания и корма для животных;

сравнительно высокая стоимость и огромный рынок сбыта;

большие площади посева и объёмы производства;

незащищённость зерна плёнкой (голозёрность), что повышает вероятность получения микротравм анатомических частей от механических воздействий.

Для количественной оценки травмирования семян и его анатомических частей введено понятие «степень травмированности» и предложена формула для её расчёта:

$$C_T = \frac{K_T}{K_0} 100 \quad (1)$$

где C_T – показатель степени травмированности, %; K_T – количество семян с микротрав-

Таблица 1 – Результаты первой серии экспериментов по определению травмирования семян яровой пшеницы (2019 г., ООО «Черемшан-Агро», сорт Тулайковская 108)

Этап	Всего не-травмированных семян, шт. (%)	Семена с травмированием, шт. (%)			Всего травмированных семян, шт. (%)	Относительная ошибка выборочной средней, %
		эндосперма	зародыша	хохолка		
1	2237 (63,9)	1195 (34,2)	35 (1,0)	33 (0,9)	1263 (36,1)	12,0
2	957 (63,8)	514 (34,3)	17 (1,1)	12 (0,8)	543 (36,2)	
3	822 (54,8)	641 (42,7)	22 (1,5)	15 (1,0)	678 (45,2)	
4	712 (47,6)	743 (49,5)	28 (1,9)	17 (1,1)	788 (52,5)	
5	664 (44,3)	776 (51,7)	33 (2,2)	27 (1,8)	836 (55,7)	
6	645 (43,0)	803 (53,5)	30 (2,0)	22 (1,5)	855 (57,0)	

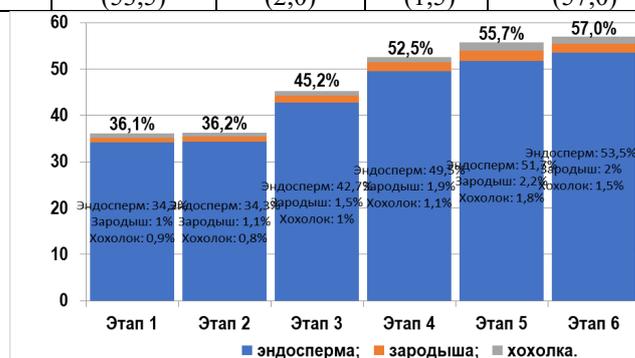


Рис. 1 – Изменение степени травмированности зерна яровой пшеницы сорта Тулайковская 108 в зависимости от прохождения этапов технологии производства семян в первой серии экспериментов.

мами эндосперма, зародыша, хохолка, шт.; К₀ – общее количество семян, шт.

Исследования проводили с выборочными совокупностями, отобранными для экспериментов после сельскохозяйственных машин, применяемых в технологии производства зерна и подготовки семян. Отдельно определяли и оценивали степень травмированности эндосперма, зародыша и хохолка, от которых зависит репродуктивность семян.

Изменение травмирования определяли по специально разработанной сквозной методике, предусматривающей проведение последовательного необезличенного исследования одной партии зерна на всех этапах технологии производства. Она включает следующие основные этапы:

отбор первой пробы после зерноуборочно-го комбайна и определение степени травмированности;

отбор второй пробы из той же партии семян в технологической линии для послуборочной обработки зерна и определение степени травмированности анатомических частей зерна пшеницы в машинах для очистки и сортирования;

отбор третьей пробы семян после протравливания и определение степени травмированности семян в протравочных машинах;

отбор четвертой пробы после устройства для загрузки семян в бункер посевной машины и определение травмированности семян в загрузчике сеялок (при его использовании в технологии);

отбор пятой пробы семян после сошника посевной машины и определение травмированности семян её рабочими органами;

общая оценка степени травмированности по всем этапам технологического процесса и установление закономерности её изменения.

Порядок отбора проб, объём выборки, количество опытов и семян для их проведения, методики измерения травмирования выбирали индивидуально для каждого этапа (сельскохозяйственной машины).

Травмы анатомических частей семян определяли методом окрашивания с последующим рассмотрением под увеличительным стеклом (лупой) или микроскопом с кратностью увеличения не менее десяти. Степень травмированности зёрен в выборке оценивали, как среднеарифметическое от степени травмированности в исследуемом образце. Для оценки репрезентативности исследований проводили статистическую обработку данных с определением относительной ошибки выборочной средней.

Результаты и обсуждение. В первой серии экспериментов (табл. 1, рис. 1) при обмолоте

Таблица 2 – Результаты второй серии экспериментов по определению травмирования семян яровой пшеницы (2020 г., СХПК «Кызыл Юл», сорт Архат)

Этап	Всего нетравмированных семян, шт. (%)	Семена с травмированием, шт. (%)			Всего травмированных семян, шт. (%)	Относительная ошибка выборочной средней, %
		эндосперма	зародыша	хохолка		
1	837 (55,8)	633 (42,2)	19 (1,3)	11 (0,7)	663 (44,2)	6,0
2	852 (56,8)	623 (41,5)	17 (1,2)	8 (0,5)	648 (43,2)	
3	696 (46,4)	763 (50,9)	25 (1,7)	16 (1,1)	804 (53,6)	
4	623 (41,5)	831 (55,4)	27 (1,8)	19 (1,3)	877 (58,5)	
5	579 (38,6)	876 (58,4)	28 (1,9)	17 (1,1)	921 (61,4)	
6	626 (41,7)	821 (54,7)	32 (2,1)	21 (1,4)	874 (58,3)	

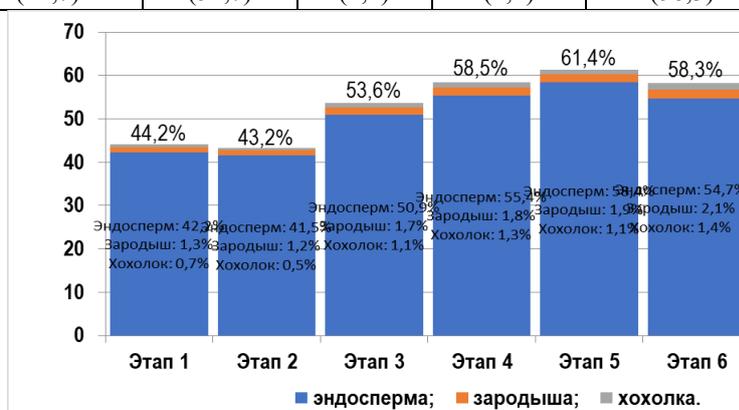


Рис. 2 – Изменение степени травмированности зерна яровой пшеницы сорта Архат в зависимости от прохождения этапов технологии производства семян во второй серии экспериментов.

на зерноуборочном комбайне степень травмированности в выборке составила 36,1 %. После второго этапа произошло незначительное увеличение степени травмированности на 0,1 %, после третьего – на 9,0 %. Такая большая разница в изменении количества травмированных семян при очистке до и после хранения, по нашей гипотезе, объясняется: во-первых, наибольшим травмированием недоразвитых зёрен при обмолоте и послеуборочной обработке (этапы 1, 2), которые выделились из семенного материала в зерноочистительных машинах; во-вторых, в технологической линии дополнительно использовали погрузчик, норию и триерный блок, конструкции которых содержат механические вращающиеся рабочие органы (скребки, шнеки), оказывающие жёсткое воздействие на зерно.

После протравочной машины ПС-20 (этап 4) степень травмированности составила 52,5 %, то есть увеличилось на 7,3 %. Такой значительный рост объясняется тем, что конструкция протравливателя содержит загрузочное и разгрузочное устройства шнекового типа, которые сильно повреждают зерно. Кроме того, травмирование происходит в камере протравливания при ударном взаимодействии семян с

её стенками после срыва с поверхности разбрасывающего диска.

На сеялке с индивидуальным высевом и гравитационной подачей высеваемого материала в сошники (этап 5) степень травмированности увеличилась на 3,2 % и составила 55,7 %; на посевном комплексе с централизованным дозированием и пневмотранспортом высеваемого материала в сошники (этап 6) – соответственно 4,5 % и 57,0 %, то есть больше. Это объясняется тем, что при пневмотранспорте происходят ударные взаимодействия семян со стенками пневмоканала, крышкой коллектора-распределителя и распределителем сошника.

В первой серии экспериментов (см. табл. 1) относительная ошибка выборочной средней была сравнительно невелика (12,0 %) и с достаточной точностью для такого рода исследований может быть принята для генеральной совокупности.

Результаты второй серии экспериментов (табл. 2, рис. 2) свидетельствуют, что при обмолоте на зерноуборочном комбайне (этап 1) степень травмированности составляет 44,2 %, что на 8,1 % больше, чем в первой серии. Такая большая разница объясняется следующим:

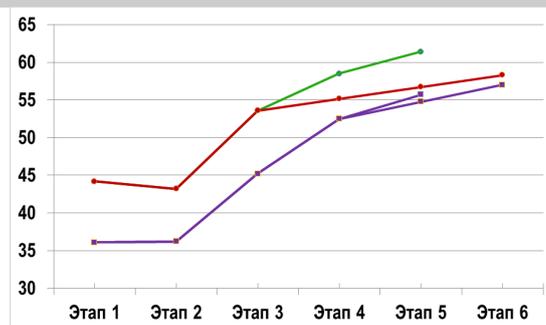


Рис. 3 – Закономерности изменения степени травмированности семян пшеницы по этапам при разных технологиях производства: 1 – первая серия экспериментов; 2 – вторая серия экспериментов

во-первых, в первой серии эксперимент проводили с новым зерноуборочным комбайном последнего поколения, работающим второй сезон, а во второй – с комбайном более старшего поколения того же типа, но работающим третий сезон после капитального ремонта; во-вторых, по нашей гипотезе, прочностные свойства зёрен отличаются в зависимости от сорта и категории.

После второго этапа степень травмированности составил 43,2, то есть произошло уменьшение на 1,0 %, что, вероятно, обусловлено отделением при послеуборочной обработке недоразвитых зёрен, получивших наибольшее травмирование при обмолоте. После третьего

этапа степень травмированности увеличилась на 10,4 % и достигла 53,6 %. Такая динамика объясняется тем, что при подработке после хранения с одновременным протравливанием в технологической линии дополнительно использовали погрузчик, две нории, триерный блок, которые оказывают травмирующее воздействие на семена.

Загрузчик семян шнекового типа (этап 4) повысил степень травмированности до 58,5 %, или на 4,9 %, что подтверждает сильное травмирующее воздействие шнеков на семена.

После сеялки СЗП-3,6 с индивидуальным высевом и гравитационной подачей высеваемого материала в сошники (этап 5) степень

Таблица 3 – Результаты третьей серии экспериментов по определению травмирования семян яровой пшеницы (2021 г., ООО «Агрокомплекс Ак барс», сорта Йолдыз и Ульяновская 105)

Этап	Всего нетравмированных семян, шт. (%)	Семена с травмированием, шт. (%).			Всего Травмированных семян, шт. (%)	Относительная ошибка выборочной средней, %
		эндосперма	зародыша	хохолка		
1	579 (57,9)	398 (39,8)	13 (1,3)	10 (1,0)	421 (42,1)	0,87
2	546 (54,6)	422 (42,2)	18 (1,8)	14 (1,4)	454 (45,4)	
3	588 (58,8)	392 (39,2)	11 (1,1)	9 (0,9)	412 (41,2)	
4	558 (55,8)	416 (41,6)	14 (1,4)	12 (1,2)	442 (44,2)	

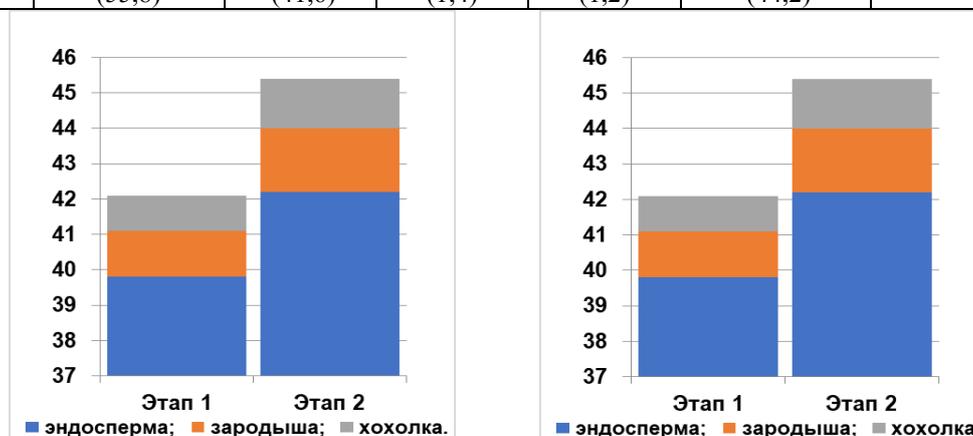


Рис. 4 – Изменение степени травмированности зерна яровой пшеницы в зависимости от прохождения этапов технологии производства семян в третьей серии экспериментов: А – сорт Йолдыз; Б – сорт Ульяновская 105

травмированности составила 61,4 %. Увеличение на 2,9 % с высокой точностью коррелирует с результатами опытов первой серии, полученными на сеялке СЗ-3,6, имеющей аналогичную конструкцию высевающего аппарата.

При использовании посевного комплекса группового дозирования с пневмотранспортом семян AMAZONE Primera DMC-9000, загруженных из мешков (этап 6), степень травмированности увеличилась на 4,7 %, что также с высокой точностью согласуется с результатами (4,5 %) шестого этапа первой серии.

Относительная ошибка выборочной средней (6,0 %) второй серии экспериментов невелика и полученные результаты с высокой точностью могут быть соотнесены с генеральной совокупностью.

Сравнительный анализ данных первой и второй серий экспериментов показывает одинаковую закономерность изменения степени травмированности семян разных сортов и категорий пшеницы по этапам при разных технологиях производства (рис. 3).

Как видно на графиках, основное количество семян повреждается в зерноуборочных комбайнах. Загрузка посевных машин мешками снижает степень травмированности (переходы с этапа 4 на этапы 5 и 6 в первой серии и с этапа 3 на этап 6 во второй серии экспериментов). В посевных машинах с пневмотранспортом травмируются больше семян, чем на сеялках с индивидуальным дозированием (соответственно этапы 6 и 5 первой серии опытов). Однако при исключении из технологической цепи шнекового загрузчика степень травмированности на посевных машинах с пневмотранспортом семян меньше (переход с этапа 3 на этап 6), чем на сеялке с индивидуальным дозированием (этапы 3, 4, 5).

Результаты третьей серии экспериментов (табл. 3, рис.3) подтверждают закономерности, полученные в предыдущих сериях: основная доля травмированных семян обоих сортов, приходится на зерноуборочный комбайн.

Относительная ошибка выборочной средней (0,87 %) в третьей серии экспериментов

(см. табл. 3) подтверждает, что полученные результаты с высокой точностью могут быть соотнесены с генеральной совокупностью.

Степень травмированности на отечественной и немецкой технологических линиях послеуборочной обработки незначительно различается (1,2 %) в пользу линии Петкус.

Следует подчеркнуть, что на всех этапах всех трёх серий экспериментов степень травмированности эндоспермы в кратном размере превышает степень травмированности зародыша и хохолка.

Выводы. Введено новое понятие «степень травмированности» и предложена формула для её расчёта, позволяющая количественно оценивать величину травмирования семян зерновых культур и их анатомических частей.

Наибольшее травмирование происходит в зерноуборочных комбайнах – 36,1...44,2 %. На каждом этапе, независимо от применяемой технологии, комплекса машин и оборудования, количество травмированных семян увеличивается: при послеуборочной обработке, с учётом отделения части травмированных зёрен, которые невозможно отслеживать – на 0,1...3,3 %; при снятии с хранения и окончательной подработке семенного материала перед протравливанием – на 5,0...10,4 %; в протравочной машине со шнековыми загрузочно-разгрузочными устройствами – на 7,3 %; в загрузчике семян шнекового типа – на 4,9 %; в посевных машинах индивидуального дозирования и гравитационной подачи семян в сошники – на 2,9...3,2 %, а группового дозирования с пневмотранспортом высеваемого материала – на 4,4...4,7 %. В конечном итоге, при попадании в почву степень травмированности семян пшеницы составляет 57,0...61,4 %, из них с травмированием эндосперма – 51,7...58,4 %, зародыша – 1,9...2,2 %, хохолка – 1,1...1,8 %. Наименьшие значения отмечены при применении мешков для загрузки посевных машин, вместо шнекового загрузчика сеялок.

Литература

1. Троценко В. В., Забудский А. И. Лабораторная всхожесть микроповрежденных семян ячменя // Вестник КрасГАУ. 2018. № 5 (140). С. 70–76.
2. Травмирование семян озимой мягкой пшеницы как показатель снижения ее посевных качеств / Е. В. Ионов, Ю. Г. Скворцова, Г. А. Филенко и др. // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6 (66). С. 68–71. doi: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-68-71.
3. Оробинский В. И., Ворохобин А. В., Корнев А. С. Влияние фракционного состава зернового вороха на уровень травмирования и посевные качества семян // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14. № 3 (70). С. 12–17. doi: 10.53914/issn2071-2243_2021_3_12.
4. Забродин В. П., Суханова М. В. Анализ процессов взаимодействия семян с рабочими органами машин предпосевной обработки циклического действия // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т. 13. № 5. С. 63–68. doi: 10.22314/2073-7599-2019-13-5-63-68.
5. Thielmann M., Schmalholz S.M. Contributions of Grain Damage, Thermal Weakening, and Necking to Slab Detachment // Frontiers in Earth Science. 2020. № 8. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feart.2020.00254/full> (дата обращения 19.07.2022). doi: 10.3389/feart.2020.00254.
6. Pisarkova I. Wheat Grain Damage by Grain Cleaning Machines and the Ways of its Reducing // Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. 2019. URL: http://mapica.kntu.kr.ua/eng/archive/32/32_Pisarkova.html (дата обращения 19.07.2022). doi: 10.32515/2664-262x.2019.1(32).11-16.
7. Arthur F.H., Morrison W.R. Methodology for Assessing Progeny Production and Grain Damage on Commodities Treated with Insecticides // Agronomy. 2020. №10 (6). P. 804. URL: [104](https://www.mdpi.com/2073-

</div>
<div data-bbox=)

4395/10/6/804 (дата обращения 19.07.2022). doi: 10.3390/agronomy10060804.

8. Нуруллин Э. Г. Основные направления совершенствования машин для предпосевной обработки семян // Техника и оборудование для села. 2018. № 3. С. 13–15.

9. Numerical simulation of two-phase «Air-Seed» flow in the distribution system of the grain seeder / S. G. Mudarisov, I. D. Badretdinov, Z. S. Rakhimov, et al. // Computers and Electronics in Agriculture. 2020. Vol. 168. P. 105151. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016816991931703X> (дата обращения 19.07.2022). doi: 10.1016/j.compag.2019.105151.

10. Нуруллин Э. Травмирование зерна в комбайнах // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (58). С. 104–112. doi: 10.31563/1684-7628-2021-58-2-104-112.

Сведения об авторах:

Нуруллин Эльмас Габбасович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры машин и оборудования в агробизнесе института механизации и технического сервиса; e-mail: nureg@mail.ru.

Файзуллин Ренат Айратович – аспирант кафедры машин и оборудования в агробизнесе института механизации и технического сервиса; e-mail: fayzullinrenat@mail.ru.

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

**EXPERIMENTAL RESEARCH OF SEED INJURY IN AGRICULTURAL MACHINES
E.G. Nurullin, R.A. Fayzullin**

Abstract. In agricultural machines, seeds are injured, which damages the crop: conditions are created for the development of harmful organisms during storage, field germination decreases. The relevance of the study of seed injury is caused by the need to improve technologies and designs of agricultural machines that reduce or eliminate seed damage. Currently, there are no studies to assess the change in the amount of grain injury over the entire production cycle. The purpose of this work is to establish the regularity of changes in grain injury in agricultural machines by stages of technology. On the basis of a specially developed end-to-end technique, the injury of wheat seeds of different varieties, differing in categories according to GOST R 52325-2005 “Varietal and sowing qualities of seeds of grain and leguminous plants” and their reproductive anatomical parts - endosperm, embryo, tuft, was experimentally investigated. A new concept of “degree of injury” is introduced and a formula for its calculation is proposed, which allows quantifying the amount of injury to grain seeds and their anatomical parts. It was revealed that the greatest injury occurs in combine harvesters, where the degree of injury is 36.1 ...44.2%. It is established that at each stage, regardless of the technology used, the complex of machines and equipment, the number of injured seeds increases: during post-harvest processing, taking into account the separation of part of the injured grains, which cannot be tracked by 0.1 ...3.3%; when removing from storage and final processing of seed material before etching by 5.0... 10.4%; in a etching machine with screw loading and unloading devices by 7.3 %; in a screw-type seed loader by 4.9%; in seeding machines of individual dosing and gravity feeding of seeds into coulters by 2.9...3.2%, and group dosing with pneumatic transport of the sown material by 4.4...4.7%. In the end, when entering the soil, the degree of injury to wheat seeds is in the range of 57.0 ... 61.4%. Of these, with injury to the endosperm – 51.7...58.4%, germ – 1.9...2.2%, tuft – 1.1...1.8%. The lowest values were obtained when using bags for loading sowing machines, instead of a screw loader of seeders.

Key words: seed injury, agricultural machinery.

References

1. Trotsenko VV, Zabudskiy AI. [Laboratory germination of microdamaged barley seeds]. Vestnik KrasGAU. 2018; 5 (140). 70-76 p.
2. Ionova EV, Skvortsova YuG, Filenko GA. [Injury to seeds of winter soft wheat as an indicator of a decrease in its sowing qualities]. Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2019; 6 (66). 68-71. doi: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-68-71.
3. Orobinskiy VI, Vorokhobin AV, Kornev AS. [Influence of the fractional composition of the grain heap on the level of injury and sowing qualities of seeds]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.14. 3 (70). 12-17 p. doi: 10.53914/issn2071-2243_2021_3_12.
4. Zabrodin VP, Sukhanova MV. [Analysis of the processes of interaction of seeds with the working units of machines for pre-sowing treatment of cyclic action]. Sel'skokhozyaistvennyye mashiny i tekhnologii. 2019; Vol.13. 5. 63-68 p. doi: 10.22314/2073-7599-2019-13-5-63-68.
5. Thielmann M, Schmalholz SM. Contributions of grain damage, thermal weakening, and necking to slab detachment. [Internet]. Frontiers in Earth Science. 2020; 8. [cited 2022, July 19]. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feart.2020.00254/full>. doi: 10.3389/feart.2020.00254.
6. Pisarkova I. Wheat grain damage by grain cleaning machines and the ways of its reducing. [Internet]. Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. 2019; [cited 2022, July 19]. Available from: http://mapiea.kntu.kr.ua/eng/archive/32/32_Pisarkova.html. doi: 10.32515/2664-262x.2019.1(32).11-16.
7. Arthur FH, Morrison WR. Methodology for assessing progeny production and grain damage on commodities treated with insecticides. [Internet]. Agronomy. 2020; 10(6). 804 p. [cited 2022, July 19]. Available from: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/6/804>. doi: 10.3390/agronomy10060804.
8. Nurullin EG. [The main directions of improvement of machines for pre-sowing seed treatment]. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2018; 3. 13-15 p.
9. Mudarisov SG, Badretdinov ID, Rakhimov ZS. Numerical simulation of two-phase “Air-Seed” flow in the distribution system of the grain seeder. [Internet]. Computers and Electronics in Agriculture. 2020; Vol.168. 105151 p. [cited 2022, July 19]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016816991931703X>. doi: 10.1016/j.compag.2019.105151.
10. Nurullin E. [Grain injury in combines]. Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; 2 (58). 104-112 p. doi: 10.31563/1684-7628-2021-58-2-104-112.

Authors:

Nurullin Elmas Gabbasovich – Doctor of Technical science, Professor of Machinery and equipment in agribusiness Department of Mechanization and Technical Service Institute; e-mail: nureg@mail.ru

Fayzullin Renat Ayratovich – post-graduate student of Machinery and equipment in agribusiness Department of Mechanization and Technical Service Institute; e-mail: fayzullinrenat@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

МЕТОД РАСЧЕТА ВЫБРОСА ДИОКСИДА УГЛЕРОДА МАШИННО-ТРАКТОРНЫМИ АГРЕГАТАМИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ, С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ АГРЕГАТОВ НА ФОРМИРУЕМЫЙ УРОЖАЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

К.А. Хафизов, Р.Н. Хафизов, А.А. Нурмиев

Реферат. Исследования проводили с целью разработки метода расчета выброса диоксида углерода машинно-тракторными агрегатами на технологических операциях в растениеводстве при возделывании зерновых культур. Предложен критерий оптимизации параметров и режимов работы почвообрабатывающих, посевных и других агрегатов – минимальный выброс диоксида углерода в атмосферу при их изготовлении, техническом обслуживании и производственной эксплуатации. Особенность предлагаемого метода заключается в том, что он учитывает влияние параметров техники на потери потенциального урожая, избежать которых при сегодняшнем уровне развития машин и технологий невозможно. Формирование урожая происходит в результате поглощения растениями диоксида углерода из атмосферы и, частично, из почвы. Диоксид углерода (CO_2), который потерянный урожай мог бы поглотить из атмосферы, выводится из кругооборота, а значит остается в воздухе, и в нашей методике он приписывается к CO_2 , выброшенному в атмосферу при изготовлении, обслуживании и эксплуатации агрегата. Предложена формула, которая позволяет рассчитать массу диоксида углерода для формирования зерна массой 1 кг. Из зерновых культур на формирование единицы урожая больше всего CO_2 из атмосферы (по теоретическим расчетам) поглощает озимая рожь (около 3 кг/кг), далее кукуруза (2,8 кг/кг). Опираясь на результаты этих исследований, предложена математическая модель работы машинно-тракторных агрегатов на технологических операциях по подготовке почвы к посеву и посеву по предложенному критерию оптимизации. Проверку работоспособности разработанного метода осуществляли путем вычислительных экспериментов с использованием созданной математической модели на технологической операции подготовка почвы тяжелыми дисковыми боронами (с учетом влияния веса трактора, мощности его двигателя, ширины захвата и рабочей скорости агрегата на выброс диоксида углерода). Минимальный выброс диоксида углерода для условий проведения вычислительного эксперимента обеспечивается при весе трактора 145 кН.

Ключевые слова: диоксид углерода, машинно-тракторный агрегат, экология, технологическая операция, оптимизация параметров, критерий оптимизации.

Введение. Проблема снижения карбонового следа приобретает особую актуальность в связи с непрерывным ростом среднегодовой температуры на земном шаре [1, 2, 3]. Развитие этого процесса связывают с увеличением содержания в атмосфере парниковых газов, в том числе диоксида углерода. Основным источником диоксида углерода, связанный с деятельностью человека – сжигание ископаемого топлива, которое в значительных объемах потребляется в аграрном секторе экономики [4, 5, 6]. Ископаемое топливо используют при изготовлении, техническом обслуживании и производственной эксплуатации сельскохозяйственной техники. Количество диоксида углерода, выбрасываемого в атмосферу машинно-тракторными агрегатами зависит от множества факторов рассматриваемой системы, в том числе от параметров и режимов работы трактора и агрегата в целом [7, 8, 9]. В ряде исследований было выявлено [10, 11, 12], что параметры машинно-тракторных агрегатов влияют на величину формируемого урожая, а все сельскохозяйственные растения вовлечены в процесс кругооборота углерода в природе. Поэтому составление методики расчета величины выброса диоксида углерода машинно-тракторными агрегатами в аграрном секторе экономики с учетом их влияния на формируемый урожай зерновых культур представляет научный и практический интерес и ставится целью проводимого исследования.

Цель исследований разработка метода расчета выброса диоксида углерода машинно-тракторными агрегатами на технологических операциях в растениеводстве при возделывании зерновых культур.

Условия, материалы и методы. При проведении исследований использовали метод математического моделирования работы машинно-тракторных агрегатов (МТА) на основе интегрального критерия оптимизации – удельный суммарный выброс диоксида углерода в атмосферу. Для составления математической модели воспользуемся наработанным, в сфере эксплуатации МТА, прикладным математическим аппаратом, опираясь на достижения агрономических наук [13].

По нашему мнению количество диоксида углерода, выбрасываемого в атмосферу при эксплуатации почвообрабатывающих и посевных машинно-тракторных агрегатов в аграрном производстве, складывается из следующих составляющих:

$$CO_2 = CO_{2и.тр} + CO_{2и.схм} + CO_{2и.пр} + CO_{2рто} + CO_{2с.р} + CO_{2упр} + CO_{2гсм} + CO_{2арп} + CO_{2упл} \rightarrow min, (1)$$

где CO_2 – удельный суммарный выброс диоксида углерода, кг/га;

$CO_{2и.тр}$, $CO_{2и.схм}$, $CO_{2и.пр}$ – количество CO_2 , выброшенное соответственно при изготовлении трактора, сельскохозяйственной машины, прицепа, приходящееся на 1 га, кг/га;

$CO_{2рто}$ – количество CO_2 , выброшенное в атмосферу при проведении ремонта и техни-

Таблица 1 – Количество диоксида углерода, рассчитанное для формирования единицы массы зерновых культур, исходя из содержания углерода в зерне и в соломе*

Культура	Влажность %	Обменная энергия содержащаяся в 1000 г корма мДж	Сухое вещество, %	Углерод в сухом веществе, %	Коэффициент соломистости	Сухое вещество, %	Органическое вещество, %	Углерод в сухом веществе, %	Масса углерода в 1 т зерна с учетом соломы, кг	Масса CO ₂ для формирования 1 кг зерна с учетом соломы, кг
Озимая пшеница	13,0	13,18	87	18,0	1,4	8	81	40	64,0	2,34
Озимая рожь	13,0	13,39	87	18,1	1,8	8	82	42,5	81,5	2,99
Ячмень	13,0	13,01	87	17,9	1,2	8	81	40	56,9	2,09
Овес	12,5	12,55	88,5	17,4	1,2	8	79	36	52,6	1,93
Яровая пшеница	13,0	13,39	87	18,3	1,5	8	82	39	66,2	2,43
Кукуруза	13,0	13,82	87	18,7	2,0	8	81	35	76,5	2,80
Рапс	14,0	12,21	86	17,2	1,6	8	80	38,5	67,8	2,49
Гречиха	14,0	12,13	86	17,1	1,6	8	80	40	69,7	2,56
Горох	14,0	12,68	86	17,5	1,5	8	81	42	69,2	2,54
Соя	14,0	16,53	86	19,9	1,4	8	82	36	60,5	2,22
Вика	14,0	13,57	86	18,4	1,4	8	81	42	66,4	2,43

*содержание кислорода в сухом веществе всех исследованных культур ≈70 %, водорода – ≈10 %

ческого обслуживания трактора, прицепа и сельскохозяйственной машины, кг/га;

$CO_{2c.p.}$ – количество CO_2 , выброшенное в атмосферу при сборке и разборке агрегата, кг/га;

$CO_{2упр}$ – количество CO_2 , выделяемое механизатором при управлении трактором, кг/га;

$CO_{2тсм}$ – количество CO_2 , выброшенное при сжигании топлива двигателем трактора, кг/га;

$CO_{2агр}$ – количество CO_2 из атмосферы не связанное урожаем, из-за его потерь в связи с нарушением агротехнических сроков выполнения технологической операции, кг/га;

$CO_{2упл}$ – количество CO_2 не связанное урожаем из атмосферы, из-за его потерь в связи с уплотнением почвы движителями трактора кг/га.

Предлагаемый показатель (удельный суммарный выброс диоксида углерода, кг/га) и будет критерием оптимизации параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов. При разработке метода снижения выбросов диоксида углерода необходимо выявить зависимость каждого слагаемого правой части уравнения (1) от параметров и режимов работы трактора и сельскохозяйственной машины, а также факторов рассматриваемой системы трактор-оператор-орудие-поле-почва-урожай (ТООППУ) и внешней среды.

Результаты и обсуждение. Для расчета двух последних слагаемых ($CO_{2агр}$, $CO_{2упл}$) критерия оптимизации в уравнении (1), необходимо выявить размеры потерь урожая из-за нарушения агротехнических сроков выполнения технологической операции и уплотнения почвы ΔY и обосновать – сколько диоксида

углерода поглощает единица зерновой части той или иной культуры с учетом ее соломистости.

Информации по поглощению CO_2 культурными растениями в литературе мало и она разноречива. Попробуем теоретически обосновать, сколько потребляет та или иная культура диоксида углерода из атмосферы и почвы за период вегетации, то есть за год, в расчете на единицу массы урожая. Для этого воспользуемся данными о содержании в растениях (листьях, стеблях и плодах) сухого вещества [14, 15], а также углерода в сухом веществе, далее рассчитаем, исходя из формулы диоксида углерода - CO_2 и молярной массы ее химических элементов, сколько диоксида углерода поглощает растение.

Формула для такого расчета будет выглядеть следующим образом:

$$M_{CO2} = M_3 \cdot ((C_3 \cdot P_{C3}) + (K_C \cdot C_C \cdot P_{CC})) \cdot (44/12) \quad (2)$$

где M_{CO2} – масса диоксида углерода для формирования зерна массой M_3 , кг/кг;

M_3 – масса зерна, кг;

C_3 – содержание сухого вещества в зерне, %;

P_{C3} – содержание углерода в сухом веществе зерна, %;

K_C – коэффициент соломистости культуры;

C_C – содержание сухого вещества в соломе, %;

P_{CC} – содержание углерода в сухом веществе соломы, %; 44 – молярная масса диок-

Культура	Средняя урожайность, ц/га	Поглощение CO ₂ , кг/ц	Площадь посевов, тыс.га	Масса поглощенного CO ₂ , т
Яровая пшеница	31	132*	506,4	2072188,8
Озимая рожь	38	360 *	113,8	1270008,0
Кукуруза на силос	73	140 *	129,6	1324512,0

*рассчитано с использованием результатов экспериментов, проведенных в Германии и США [15, 16]

сида углерода; 12 – молярная масса углерода.

Результаты такого расчета (табл. 1) свидетельствуют о том, что M_{CO_2} , например, для формирования 1 кг зерна озимой пшеницы с учетом массы сопутствующей соломы составит 2,34 кг/кг. Верность наших расчетов подтверждают данные исследователей из Германии и США (табл. 2). В целом наибольшим среди изученных культур поглощением CO_2 из атмосферы на формирование единицы урожая характеризуются озимая рожь (около 3 кг/кг) и кукуруза (2,8 кг/кг).

Количество CO_2 , не связанного формируемым урожаем, из-за потерь в связи с нарушением агротехнических сроков выполнения технологической операции ($CO_{2арп}$) можно рассчитать по формуле:

$$CO_{2арп} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (C_{пi} \cdot i \cdot W \cdot T_{см} \cdot n_{см}) + N_i \cdot i \cdot C_{пi} \cdot W \cdot T_{см} \cdot n_{см}}{S_0} \quad (3)$$

где $C_{пi}$ – масса не поглощенного CO_2 с 1 га в день из-за потерь урожая, кг/га/день;

$$C_{пi} = Y \cdot \Delta y \cdot M_{CO_2} / 100 \quad (4)$$

где Y – планируемая урожайность, кг/га;
 Δy – потери урожая в % на 1 день нарушения агросрока выполняемой работы;

M_{CO_2} – масса диоксида углерода для формирования зерна массой 1 кг, кг;

W – производительность машинно-тракторного агрегата, га/ч;

N_i – число целых дней в N^l ;

S_0 – объем выполняемой работы по операции, приходящейся на один МТА, га.

$$N^l = \frac{S_0}{W \cdot T_{см} \cdot n_{см}} \quad (5)$$

где N^l – число дней необходимых для выполнения объема работы S_0

$n_{см}$ – число смен в одном рабочем дне;

$T_{см}$ – продолжительность смены в часах.

Значение Δy уст анавливают экспериментально для климатических зон с учетом региональных особенностей. Из литературных источников известно, что Δy на культивации находится в пределах 0,3%, на посеве – 0,9%, а при уборке зерновых может достигать 3% [16].

Объем работы S_0 на технологической операции, приходящийся на один агрегат, в каждом конкретном предприятии будет различным. Оптимальную величину этого показателя возможно определить, рассматривая работу всего машинно-тракторного парка, так как его размеры влияют на количественный и качественный состав парка техники.

При эксплуатационных расчетах выброса диоксида углерода МТА, величину S_0 можно определить исходя из всего объема работ в хозяйстве по той или иной операции с учетом числа занятых агрегатов пропорционально их нормативной производительности.

Расчет количества диоксида углерода, не поглощенного из атмосферы из-за потерь урожая в связи с уплотнением почвы движителя-

ми колесного трактора, проводится по следующей формуле [17]:

$$CO_{2_ми} = AY M_{CO_2} \left(\frac{B_1}{2B_p} \sum_{j=1}^n w b_j q_{max} + [U] \right) \left(1 - \frac{n B_1}{2B_p} \right) [U] \cdot 100 \quad (6)$$

где A – коэффициент, определяющий долю потеряннного урожая на единицу уплотняющего воздействия колес трактора, %×м/кН; B_1 – ширина зоны влияния уплотняющего воздействия трактора на урожайность сельскохозяйственных культур на поле (в ориентировочных расчетах $B_1 = 10,8$ м); B_p – рабочая ширина МТА, м; n – общее число следов движителей, оставляемых на поле за один проход; w – коэффициент, зависящий от размеров и формы опорной поверхности движителей (для колесного $w = 1,25$); b_k – ширина профиля колеса, м; q_{max} – максимальное давление отдельного колеса трактора на почву, кПа; $[U]$ – допустимый уровень уплотняющего воздействия колеса трактора на почву, ниже которого уменьшения урожайности культуры не происходит $[U] = 75$ кН/м.

Для расчета q_{max} на основе результатов экспериментальных исследований выведена эмпирическая формула [16]:

$$q_{max} = 3.46 \rho_w - 7.4493 B_p w / D + 0.075552 H - 0.23353 (\rho_n \rho_w D^3) / M \quad (7)$$

где q_{max} – максимальное давление колеса на почву, Н/м²; D – диаметр колеса, м; M – масса трактора, приходящаяся на одно колесо, кг; B – ширина профиля колеса, м; H – твердость почвы, Па; ρ_n – плотность почвы, кг/м³; ρ_w – давление воздуха в шинах, Н/м².

Остальные составляющие критерия оптимизации (1), рассчитывается путем определения энергетических затрат [18, 19] с дальнейшим перерасчетом энергии в массу CO_2 с использованием переводного коэффициента. Переводный коэффициент рассчитывается на основе усреднения массы CO_2 , приходящейся на 1 МДж энергии, полученной от сгорания различных наиболее распространенных видов топлива (уголь – 0,093; нефтепродукты – 0,072; природный газ – 0,055; биодизельное топливо – 0,071 кг/МДж) [20, 21, 22]. Средняя величина этого показателя составляет 0,072 кг/МДж.

На основе разработанного метода проведем расчет выброса CO_2 агрегатом на технологической операции – обработке почвы тяжелой дисковой бороной и выявим влияние массы трактора в составе МТА на выброс диоксида углерода. Для расчетов возьмем следующие исходные данные: площадь поля – 60 га; длина гона – 1 км; расстояние переезда с поля на поле – 2 км; плотность семян – 800 т/м³; коэффициент прочности несущей поверхности – 0,9; объем работы – 550 га; количество тракторов на поле – 1 шт.; время работы за сутки – 14 ч; суммарная урожайность культуры – 50 ц/га; давление в шинах колес трактора – 0,16 МПа; число колес на одном борту трактора – 1 шт.; коэффициент сцепления колес трактора с почвой – 0,6; коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора – 0,12; коэффициент рас-

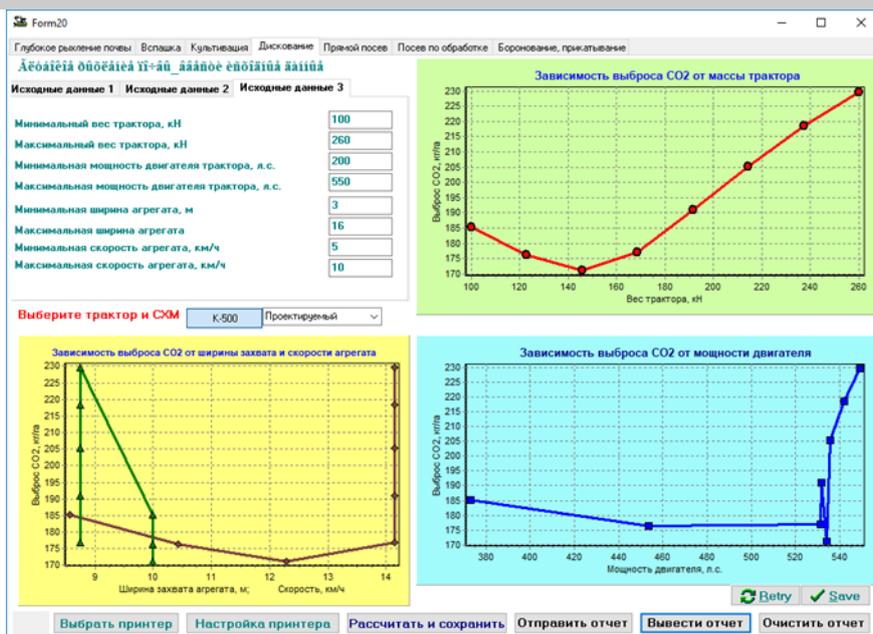


Рис. 1 – Вид окна формы прикладной программы расчета выброса CO₂ на дисковании почвы.

предела нагрузки по осям трактора – 0,98; плотность почвы – 1300 кг/м³; твердость почвы – 1500000 Па; удельное сопротивление сельхозмашины – 6,5 кН/м.

Проведение расчетов показало, что наименьший выброс CO₂ при дисковании почвы составит 171,12 кг/га; оптимальный вес трактора (Mt) – 145,714 кН; потребная мощность трактора (N) – 533,943 л.с.; оптимизированная ширина захвата (B) – 12,3 м; оптимизированная скорость (V) – 10 км/ч. Отмечено

заметное влияние на выброс диоксида углерода в атмосферу веса трактора (рис. 1, 2). Ясно выраженная минимальная величина этого показателя приходится на массу равную 14571,4кг, что соответствует массе трактора 5-го тягового класса. Ее увеличение или уменьшение ведет к росту выброса CO₂. Таким образом предлагаемый метод определения выброса диоксида углерода в атмосферу МТА работоспособен и дает возможность находить пути снижения выброса CO₂ в атмосферу, что



Рис. 2 – Вывод графика влияние веса трактора на выброс диоксида углерода в атмосферу.

видно и по другим графикам на рисунке 1.

Выводы. В результате исследований теоретически обоснована формула для определения количества двуокиси углерода, необходимого для формирования единицы массы зерновых культур исходя из содержания углерода в зерне и в соломе. Проведенные расчеты свидетельствуют, что больше всего углекислого газа из атмосферы на формирование единицы массы зерна с учетом соломистости культуры поглощают озимая рожь (около 3 кг/кг) и кукуруза (2,8 кг/кг).

На основе методики расчета количества двуокиси углерода, необходимого для формирования единицы массы зерновых культур и с использованием результатов предыдущих исследований, предложен метод, позволяющий

искать пути снижения выброса диоксида углерода в атмосферу при эксплуатации машинно-тракторных агрегатов на технологических операциях в сельскохозяйственном производстве. Расчеты, проведенные для технологической операции – подготовка почвы тяжелой дисковой бороной, с использованием разработанного метода расчета выброса CO₂ в атмосферу свидетельствуют о наличии зависимости количества диоксида углерода от веса трактора и других параметров агрегата. Разработанный метод позволяет проводить оптимизацию параметров агрегатов при их использовании на различных технологических операциях с целью снижения карбонового следа и искать пути снижения выброса диоксида углерода в атмосферу.

Литература

1. Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / ed. T.F. Stocker, D. Qin, G-K. Plattner, et al. Cambridge: Cambridge University Press; 2013. 1535 p
2. Адамов Н. А., Чинова Л. П., Курдюкова Н. О. Влияние изменения климата на экономическую безопасность регионов России // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2020. № 1. С. 87-90.
3. Долгопериодные изменения температуры воздуха в Татарстане и их сценарии в текущем столетии / Ю. П. Переведенцев, К. М. Шангалинский, Б. Г. Шерстюков и др. // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. 2019. № 2. С. 94-107. DOI 10.33581/2521-6740-2019-2-94-107.
4. Зенченко С. А., Горбачев Н. Н. Глобальные экологические проблемы // Экологический менеджмент в ЕС: курс и МООС. Минск: Общество с ограниченной ответственностью "Медисонт", 2018. С. 41-75.
5. Широков Ю. А. Анализ перспектив энергоэкономической оценки агротехнологий // Агроинженерия. 2021. № 4(104). С. 46-52. doi 10.26897/2687-1149-2021-4-46-52.
6. Energy intensity of Agriculture and food systems / N. Pelletier, E. Adli, S. Brodt, et al. // Annual Review of Environment and Resources. 2011. Vol. 36. P. 223-246. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-081710-161014> (Дата обращения: 14.05.2022).
7. Пути снижения выброса в атмосферу диоксида углерода на производственных процессах в растениеводстве / Р. Н. Хафизов, Ф. Х. Халиуллин, К. А. Хафизов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 3(63). С. 38-42. doi: 10.12737/2073-0462-2021-38-42.
8. Даргель Р. С., Гермаковский В. А. Применение альтернативных видов топлива для автотракторных двигателей // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сборник научных трудов. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. С. 168-176.
9. Сервис импортной и отечественной сельскохозяйственной техники и оборудования в современных условиях / Б. Г. Зиганшин, К. А. Хафизов, А. Р. Валиев и др. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2009. 444 с.
10. Хафизов К. А. Методика расчета МТА по критерию «совокупные энергозатраты» // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2006. № 3. С. 46-51.
11. Хафизов К. А. Оптимизация параметров и режимов работы МТА на основе энергетического анализа // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2006. № 7. С. 32-34.
12. Галиев И. Г., Хафизов К. А., Халиуллин Ф. Х. Модернизация системы смазки подшипникового узла турбокомпрессора автотракторного двигателя // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т.14. №1(52). С.71-76. doi: 10.12737/article_5ccedd77ac7e0.09639673.
13. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрехимия/под ред. Б.А. Ягодина. М.: Колос, 2002. 584 с.: ил.
14. Составлен ТОП высокоурожайных сортов сельхозкультур Татарстана. / Интернет ресурс Главагронном. URL:<https://glavagronom.ru/news/sostavlen-top-vysokourozhaynyh-sortov-selhozkultur-tatarstana> (дата обращения: 14.05.2022).
15. Dorsch K. Heimat Landwirte informieren über CO2-Bindung / URL:<https://www.topagrar.com/suedplus/news/heimatlandwirte-informieren-ueber-co2-bindung-12090307.html> (дата обращения: 14.05.2022).
16. CO₂ uptake and ecophysiological parameters of the grain crops of midcontinent / T.G. Gilmanov, B.K. Wylie, L.L. Tieszen, et al. // Agriculture, Ecosystems and Environment. 2013. Vol. 164. P. 162–175.
17. Киртбая Ю. К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1982.
18. Хасанов Ф. Д., Хасанов Ф. Д. Анализ выброса парниковых газов машинно-тракторными агрегатами на основной обработке почвы // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 298-307.
19. Хафизов Р. Н., Хафизов Р. Н. Результаты многофакторного эксперимента по определению зависимости максимального давления колес трактора на почву от параметров трактора и физико-механических свойств почвы. Анализ уравнений // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. Т. 11. № 4(42). С. 99-103. doi: 10.12737/article_592fc87648e2b5.26544976.
20. Хафизов К. А. Снижение суммарных энергетических затрат на технологических операциях в АПК - путь снижения выбросов парниковых газов в атмосферу // Вестник Казанского государственного аграрного

университета. 2021. Т. 16. № 3(63). С. 43-47. doi: 10.12737/2073-0462-2021-43-47.

21. Черкаев Г. В. Анализ выбросов загрязняющих веществ от судовых двигателей при сжигании традиционных и альтернативных видов топлив // Морские интеллектуальные технологии. 2021. № 1-2(51). С. 97-101. DOI 10.37220/MIT.2021.51.1.031.

22. Михайличенко Т. А., Гальчун А. Г. Экологическая характеристика различных источников энергии // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии. 2018. № 41. С. 238-240.

Сведения об авторах:

Хафизов Камиль Абдулхакович – доктор технических наук, заведующий кафедры тракторы, автомобили и безопасность технологических процессов, e-mail: fts-kgau@mail.ru

Хафизов Рамиль Наилевич – кандидат технических наук, доцент кафедры тракторы, автомобили и безопасность технологических процессов, e-mail: ramilajz@mail.ru

Нурмиев Азат Ахиарович – старший преподаватель кафедры тракторы, автомобили и безопасность технологических процессов, e-mail: azat-nurmiev@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

METHOD OF CALCULATION OF CARBON DIOXIDE EMISSION BY MACHINE-TRACTOR UNITS IN TECHNOLOGICAL OPERATIONS, TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE OF THE PARAMETERS OF THE UNITS ON THE FORMED CROP OF GRAIN CROPS

C.A. Khafizov, R.N. Khafizov, A.A. Nurmiev

Abstract. Researches were conducted for the purpose of development of a method of calculation of emission of carbon dioxide by machine and tractor units on technological operations in crop production at cultivation of grain crops. The criterion of optimization of parameters and operating modes of soil-cultivating, sowing and other units – the minimum emission of carbon dioxide in the atmosphere at their production, maintenance and production operation is offered. Feature of the offered method is the fact that it considers influence of parameters of the equipment on losses of a potential harvest which to avoid at today's level of development of the equipment and technologies it is impossible. Formation of a harvest results from absorption by carbon dioxide plants from the atmosphere and, partially, from the soil. Carbon dioxide (CO₂) which the lost harvest could absorb from the atmosphere is removed from a circulation, so remains in air, and in our technique it is attributed to CO₂ released into the atmosphere at production, service and operation of the unit. In article the method of calculation of amount of the carbon dioxide necessary for formation of unit of a grain part of a harvest and not grain part accompanying it is in detail considered. The formula which allows to calculate the mass of carbon dioxide in kg for formation of grain weighing 1 kg is offered. It became clear that from grain crops on formation of unit of a harvest, most of all CO₂ from the atmosphere is absorbed by winter rye (about 3 kg/kg), further corn (2,8 kg/kg by theoretical calculations). Leaning on these researches, the mathematical model of operation of machine and tractor units on technological operations on preparation of the soil for crops and crops by the offered criterion of optimization is developed. An inspection of operability of the offered method by carrying out computing experiments with use of the created mathematical model on technological operation – preparation of the soil heavy disk harrows is carried out. During calculations influence of weight of the tractor, power of its engine, width of capture of the unit and working speed of the unit on carbon dioxide emission became clear. The minimum emission of carbon dioxide, for conditions of carrying out a computing experiment, is provided weighing tractor of 145 kN. The tractor weight deviation towards increase or reduction leads to growth of emission of carbon dioxide in the atmosphere.

Key words: carbon dioxide, machine-tractor unit, ecology, technological operation, optimization of parameters, optimization criterion.

References

1. Stocker TF, Qin D, Plattner G-K. Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. 2013; 1535 p
2. Adamov NA, Chizhova LP, Kurdyukova NO. [Influence of climate change on the economic security of Russian regions]. RISK: Resursy, Informatsiya, Snabzhenie, Konkurentsiya. 2020; 1. 87-90 p.
3. Perevedentsev YuP, Shantalinskii KM, Sherstyukov BG. [Long-term changes in air temperature in Tatarstan and their scenarios in the current century]. Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Geografiya. Geologiya. 2019; 2. 94-107 p. DOI 10.33581/2521-6740-2019-2-94-107.
4. Zenchenko SA, Gorbachev NN. [Global environmental problems]. Ekologicheskii menedzhment v ES: kurs i MOOS. Minsk: Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu "Medison". 2018; 41-75 p.
5. Shirokov YuA. [Analysis of the prospects for the energy-economic assessment of agricultural technologies]. Agrozhenneriya. 2021; 4(104). 46-52 p. doi 10.26897/2687-1149-2021-4-46-52.
6. Pelletier N, Adsl E, Brodt S. Energy intensity of Agriculture and food systems. Annual Review of Environment and Resources. 2011. Vol. 36. 223-246 p. [cited 2022 May 14]. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-081710-161014>.
7. Khafizov RN, Khaliullin FK, Khafizov KA. [Ways to reduce carbon dioxide emissions into the atmosphere during production processes in crop production]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.16. 3(63). 38-42 p. doi: 10.12737/2073-0462-2021-38-42.
8. Dargel' RS, Germakovskii VA. Primenenie al'ternativnykh vidov topliva dlya avtotraktornykh dvigatelei. [The use of alternative fuels for autotractor engines]. Innovatsionnye resheniya v tekhnologiyakh i mekhanizatsii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva : sbornik nauchnykh trudov. Gorki: Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya. 2020; 168-176 p.
9. Ziganshin BG, Khafizov KA, Valiev AR. [Service of imported and domestic agricultural machinery and equipment in modern conditions]. Kazan': Kazanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. 2009; 444 p.
10. Khafizov KA. [Methodology for calculating the MTA according to the criterion "total energy costs"]. Traktory i sel'skokhozyaistvennyye mashiny. 2006; 3. 46-51 p.
11. Khafizov KA. [Optimization of parameters and operating modes of MTA based on energy analysis]. Traktory i sel'skokhozyaistvennyye mashiny. 2006; 7. 32-34 p.
12. Galiev IG, Khafizov KA, Khaliullin FK. [Modernization of the lubrication system for the bearing assembly of a turbocharger of an autotractor engine]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; Vol.14. 1(52). 71-76 p. doi: 10.12737/article_5cceddb77ac7e0.09639673.

13. Yagodin BA, Zhukov YuP, Kobzarenko VI. *Agrokimiya*. [Agrochemistry]. Moscow: Kolos. 2002; 584 p.
14. The TOP of high-yielding varieties of agricultural crops of Tatarstan was compiled. [Internet]. *Glavagronom*. [cited 2022, May 14]. Available from: <https://glavagronom.ru/news/sostavlen-top-vysokourozhaynyh-sortov-selhozkulturno-tatarstana>.
15. Dorsch K. Heimat Landwirte informieren über CO2-Bindung. [cited 2022 May 14]. Available from: <https://www.topagrar.com/suedplus/news/heimatlandwirte-informieren-ueber-co2-bindung-12090307.html>. German.
16. Gilmanov TG, Wylie BK, Tieszen LL. CO2 uptake and ecophysiological parameters of the grain crops of midcontinent. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2013; Vol.164. 162-175 p.
17. Kirtbaya YuK. *Rezervy v ispol'zovanii mashinno-traktornogo parka*. [Reserves in the use of the machine and tractor fleet]. Moscow: Kolos. 1982.
18. Khasanov FD, Khasanov FD. [Analysis of greenhouse gas emissions by machine-tractor units in the main soil development. Current state and prospects for the development of the technical base of the agro-industrial complex]. *Nauchnye trudy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi pamyati d.t.n., professora Mudrova P.G. Kazan': Kazanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet*. 2021; 298-307 p.
19. Khafizov RN, Khafizov RN. [Results of a multifactorial experiment to determine the dependence of the maximum pressure of the tractor wheels on the soil on the tractor's parameters and the physical and mechanical properties of the soil. Analysis of equations]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016; Vol.11. 4 (42). 99-103 p. doi: 10.12737/article_592fc87648e2b5.26544976.
20. Khafizov KA. [Reduction of total energy costs for technological operations in the agro-industrial complex - a way to reduce greenhouse gas emissions into the atmosphere]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; Vol.16. 3 (63). 43-47 p. doi: 10.12737/2073-0462-2021-43-47.
21. Cherkaev GV. [Analysis of pollutant emissions from ship engines during the combustion of traditional and alternative fuels]. *Morskoe intellektual'nye tekhnologii*. 2021; 1-2(51). 97-101 p. DOI 10.37220/MIT.2021.51.1.031.
22. Mikhailichenko TA, Gal'chun AG. [Ecological characteristics of various energy sources]. *Vestnik gornometallurgicheskoi sektsii Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk. Otdelenie metallurgii*. 2018; 41. 238-240 p.

Authors:

Khafizov Kamil Abdulkhakovich - Doctor of Technical sciences, Head of Tractors, automobiles and safety of technological processes Department, e-mail: fts-kgau@mail.ru
 Khafizov Ramil Nailovich – Ph.D. of Technical sciences, Associate Professor of Tractors, automobiles and safety of technological processes Department, e-mail: ramilajz@mail.ru
 Nurmiev Azat Akhbarovich - Senior Lecturer of Tractors, automobiles and safety of technological processes Department, e-mail: azat-nurmiev@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**А. Ж. Бухарбаева, Г.С. Клычова, Б.Г. Зиганшин, А.Р. Закирова, В.И. Хоружий, Р.И. Нуриева**

Реферат. Исследование поведено с целью изучения современного состояния и тенденций развития экономического потенциала сельскохозяйственных предприятий Кызылординской области Республики Казахстан, а также определения направлений инновационного развития и повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции. В ходе исследования было установлено, что в последние годы производство валовой продукции сельского хозяйства в период 2016–2020 гг. увеличилось в 1,8 раза, в структуре валовой продукции доля животноводства сократилась на 2,9 %, доля растениеводства увеличилась 3,2 %. То есть можно сделать вывод, что сельскохозяйственные предприятия Кызылординской области стали уделять больше внимания производству растениеводческой продукции. Практически по всем административным районам Кызылординской области произошло увеличение производства валовой продукции сельского хозяйства в среднем в 1,8 раза. Дальнейшее увеличение производства сельскохозяйственной продукции создает большие потенциальные возможности для ее экспорта, что позволит решить многие проблемы, снижающие рентабельность производства сельскохозяйственной продукции Кызылординской области Республики Казахстан и ограничивающие ее экспорт. К таким проблемам относится низкая материально-техническая оснащенность производства; отсутствие современных высокопродуктивных районированных сортов сельскохозяйственных культур; отсутствие глубокой переработки сельскохозяйственной продукции, а также интеграции между сферами агропромышленного производства, такими как переработка, хранение, транспортировка. В качестве направлений инновационного развития и повышения эффективности сельскохозяйственного производства предложены: расширение состава севооборота и использование высокопродуктивных сортов, позволяющих увеличить урожайность сельскохозяйственных культур; формирование инвестиционных фондов из средств внебюджетных и бюджетных источников; использование механизма лизинга как эффективного инструмента по обеспечению производства необходимым техникой по приемлемым ценам.

Ключевые слова: сельское хозяйство, экономика, лизинг, эффективность, продукция.

Введение. Исследования деятельности агроформирований показывают, что государственное регулирование не обеспечивает выполнения своих функций, таких как формирование нормативно-правовой базы хозяйственной деятельности; защита конкуренции и антимонопольное регулирование; защита отечественных и ограничение иностранных производителей; перераспределение совокупного национального дохода; обеспечение стабильности экономического развития и политической ситуации в стране; контроль за обнищанием экономики; обеспечение национальной экономической безопасности [1].

Это сказывается на снижении диверсификации в регионе, эффективности системы ведения сельскохозяйственного производства, других производственных и социальных сторон, которые существенно увеличивают социальную напряженность, ведет к дисбалансу развития основных и дополнительных отраслей сельскохозяйственного производства [2, 3]. Проводимые со стороны государства локальные меры по развитию сельского хозяйства не дали желаемых результатов [4, 5].

Рациональное и эффективное осуществление производственной деятельности в сельском хозяйстве во многом зависит от экономического потенциала агроформирований, так как обеспеченность хозяйств различными ресурсами производства позволяет успешно решать стратегические и тактические задачи. В

тоже время экономический потенциал необходимо рассматривать не только с позиции процесса производства, но и всей финансово-хозяйственной деятельности [6, 7].

Экономический потенциал представляет собой совокупную способность сельскохозяйственных предприятий производить необходимые виды продукции, а также решать другие задачи социально-экономического развития [8]. Он определяется состоянием, размерами и динамичностью производства, его инфраструктурой, наличием резервов, объемами земельных, трудовых, материальных, водных и иных ресурсов, уровнем и мобильностью кадрового потенциала [9, 10, 11]. Следовательно, экономический потенциал необходимо рассматривать во взаимосвязи с функционирующим в стране типом рыночной экономики, определяющим проведение того или иного вида аграрной политики, а также принятыми в агроформировании производственными отношениями, возникающими в зависимости от той или иной организационно-правовой формы хозяйствования.

Цель исследования заключается в изучении современного состояния и тенденций развития экономического потенциала сельскохозяйственных предприятий Кызылординской области Республики Казахстан, а также определении направлений инновационного развития и повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции.

Таблица 1 – Валовая продукция сельского хозяйства Кызылординской области в 2016-2020 гг.

Показатель	Год				
	2016	2017	2018	2019	2020
Валовая продукция сельского хозяйства (в фактически действовавших ценах), млн тенге	79018,8	86070,6	101955,9	126163,5	142412,7
в том числе:					
животноводство	31331,6	32765,7	39561,0	45705,8	52888,5
растениеводство	47125,5	52751,8	62394,9	80457,7	89524,2
Структура валовой продукции сельского хозяйства по отраслям производства, %	100	100	100	100	100
в том числе:					
животноводство	40,0	38,1	38,8	36,2	37,1
растениеводство	59,6	61,3	61,2	63,7	62,8
Примечание - Данные департамента статистики Кызылординской области					

Условия, материалы и методы исследования. Исследование проводилось на основании данных Департамента статистики Кызылординской области Республики Казахстан за 2016-2020 годы. В процессе исследования использовали системный подход, сравнение, метод систематизации и обобщения данных. Информационной базой для работы послужили законодательные и нормативно-правовые акты, публикации зарубежных и отечественных специалистов в сфере реализации инновационной политики на предприятиях аграрной сферы экономики, материалы научно-практических конференций и научных журналов.

Анализ и обсуждение результатов исследования. В процессе исследования была проанализирована динамика производства сельскохозяйственной продукции Кызылординской области в 2016-2020 гг. (табл. 1).

Рост валовой продукции сельского хозяйства Кызылординской области в период с 2016 по 2020 гг. составил 180 %, причем наибольшее влияние на это оказало увеличение валовой продукции растениеводства (в 1,9 раза). В структуре валовой продукции доля животноводства сократилась на 2,9 % доля растениеводства увеличилась 3,2 % То есть можно сделать вывод что сельскохозяйственные предприятия Кызылординской области стали уделять больше внимания производству растениеводческой продукции.

Важное значение для развития сельского хозяйства Кызылординской области имеет вклад каждого административного района, которые имеет неодинаковые условия развития, что видно из таблицы 2.

Как видно из таблицы 2 практически по всем административным районам Кызылординской области произошло увеличение производства валовой продукции сельского хозяйства в среднем в 1,8 раза. Наибольший вклад в производство продукции сельского хозяйства внесли предприятия Шиелийского района – 31147,7 млн. тенге. Наименьший вклад в производство продукции сельского

хозяйства внесли предприятия Аральского района – 9876,5 млн. тенге и г. Кызылорда – 9946,1 млн. тенге. Данные факт связан с тем, данный административный район и областной центр специализируются на производстве промышленной продукции.

Дальнейшее увеличение производства сельскохозяйственной продукции создает большие потенциальные возможности для ее экспорта, что позволит решить многие проблемы регионов Кызылординской области. Однако, в настоящее время для многих агроформирований до сих пор остаются нерешенными следующие вопросы:

- использование устаревших ресурсозатратных технологий сельскохозяйственного производства;

- низкая материально-техническая оснащенность производства;

- отсутствие высокопродуктивных районированных сортов сельскохозяйственных культур;

- отсутствие глубокой переработки сельскохозяйственной продукции, а также интеграции между сферами агропромышленного производства, такими как переработка, хранение и транспортировка, что приводит к локальной деятельности хозяйств.

В условиях действия принципов самофинансирования и самоокупаемости сельскохозяйственное производство должно основываться на фундаментальных и прикладных научных исследованиях, применении новой техники и технологий, обеспечении экологического равновесия и охраны природных ресурсов, социальной стабилизации уровня жизни населения сельских территорий и развития потребительского рынка [13, 14].

При этом первоочередное значение имеет рациональное и эффективное использование ресурсного потенциала [15]. В зависимости от конкретных почвенно-климатических условий хозяйства в севооборот необходимо включать культуры и сорта, которые при наименьших затратах средств производства обеспечивают получение больших урожаев высокого

Таблица 1 – Валовая продукция сельского хозяйства в разрезе административных районов Кызылординской области (в текущих ценах, млн. тенге)

Показатель	Год				
	2016	2017	2018	2019	2020
Кызылординская область, всего	79018,8	86070,6	101 955,90	126 163,6	142 412,70
в том числе по районам:					
Аральский	4000,2	4908,9	6 994,6	8 364,5	9 876,5
Жалагашский	12586,2	13895,7	15 329,2	20 814,3	22 829,9
Жанакорганский	10606,2	12143,1	14 664,2	25 433,2	20 653,4
Казалинский	9701,5	10248,7	12 790,4	15 644,9	17 870,3
Кармакшинский	9049,6	9974,5	10 441,9	13 350,4	14 050,5
Сырдарьинский	9707,5	10440,1	11 802,0	15 114,1	16 038,3
Шиелинский	17724,6	18473,1	24 456,9	26 440,6	31 147,7
город Кызылорда	5641	5985,9	7 444,5	8 494,4	9 946,
Информация: данные департамента статистики Кызылординской области					

качества. При этом должны использоваться как восьмипольные, так и семипольные, шестипольные и пятипольные севообороты. Севооборот, в котором много полей, является более «гибким», в нем легче разместить планируемые культуры в целых полях. В сельскохозяйственных организациях Кызылординской области как правило преобладают севообороты с малым количеством полей.

Проблема капиталообразования в хозяйствах имеет свои отличительные особенности, связанные с использованием, земли как основного и незаменимого средства производства. Распределение дохода от использования земли определяется характером собственности на землю. На сегодня в сельском хозяйстве региона сложилась ситуация, когда жители и работники сельских территорий не получают дивиденды за предоставление своих земельных участков. Кроме того, исследования показывают, что некоторые из них даже не знают о своих земельных наделах или вообще не получили эти земельные паи и документы на владение правами на определенную земельную площадь.

Как известно, процесс капиталообразования и наращивания сбережений определяется соответствующей фискальной политикой государства. Кроме того, бремя налогов наиболее ощутимо для групп населения, располагающих низкими доходами. Система кредитования коммерческих банков ориентирована в первую очередь на отрасли с высокодоходным оборотом капитала. Для сельского хозяйства с его низкой нормой прибыли и оборачиваемостью производственных фондов, зависимость от погодных условий, его сезонными колебаниями доступ на рынок ссудных капиталов практически закрыт.

Как показывает мировой опыт, инвестиционная деятельность может осуществляться благодаря средствам, получаемых как из бюджетных, так и из внебюджетных источников

посредством формирования инвестиционных фондов. Необходимо создание благоприятной рыночной среды, при которой у субъектов хозяйствования расширяются инвестиционные возможности для совершенствования структуры капитала как путем привлечения собственных, так и заемных средств [16].

Внедрение рыночных отношений в инвестиционный процесс сопровождается изменениями роли государства. Оно должно влиять посредством различных рычагов и инструментов воздействия, таких как цены, лизинг, кредитная и налоговая политика, предоставление льгот инвесторам, целевое государственное финансирование, выделение приоритетных направлений инвестирования. При этом желательно применение преимущественно не прямых, а косвенных методов регулирования.

В условиях ограниченности инвестиционных возможностей большинства сельскохозяйственных предприятий Кызылординской области эффективным инструментом по обеспечению производства необходимой техникой по приемлемым ценам служит финансовый лизинг, представляющий собой разновидность аренды имущества [17]. Необходимость развития лизингового рынка обусловлена дефицитом государственного бюджета, отсутствием накоплений у товаропроизводителей и неудовлетворительным состоянием машинно-тракторного парка сельхозорганизаций. Государство должно оказывать помощь лишь специализированным средним и крупным агроформированиям, что позволит повысить эффективность ведения сельскохозяйственного производства и отдачу вкладываемых финансовых средств.

В последние годы в Республике Казахстан тренд в развитии финансового лизинга формируют государственные институты, а общим для рынка фактором роста остается прямая государственная поддержка через субсидирование ставки лизинга и

опосредованная – через предоставление малому и среднему бизнесу льготных кредитов на инвестиционные цели и на пополнение оборотного капитала. Государственный институт «КазАгроФинанс» (КАФ) предоставляет в лизинг сельхозтехнику: по наиболее благоприятным для лизингополучателя условиям объект лизинга может достаться фермеру по ставке 9% без субсидирования, а если заемщик получит субсидирование – 7%; минимальная ставка, которую предлагает КАФ, – 6% [18].

К преимуществам лизинга относят:

1. Лизингополучатель не делает крупных единовременных затрат, плата за эксплуатацию оборудования начисляется не сразу, а постепенно по мере истечения срока аренды;
2. Лизингополучатель в случае неблагоприятной ситуации имеет возможность вернуть оборудование;
3. При лизинге оборудование более эффективно используется, так как это – условие совершения сделки;
4. При лизинге подержанного оборудования появляется возможность получить имущество в аренду по относительно низкой стоимости. Кроме того, владельцы временно неиспользуемого оборудования могут на выгодных для себя условиях сдать его в аренду и иметь определенную выгоду;
5. Лизинг, в отличие от купли-продажи объекта, представляет собой своеобразную форму экономических взаимоотношений, характеризующуюся наличием обратной связи, простотой и удобством в расчетах;
6. Лизинг представляет собой средство активного маркетинга.

Опыт сельскохозяйственных предприятий Кызылординской области показывает, что при

эффективном управлении производственным процессом благодаря лизингу появляется возможность приобретения не только сельскохозяйственной техники по выращиванию сельскохозяйственных культур, но и современного оборудования для переработки сельскохозяйственной продукции.

Выводы. Таким образом в ходе проведенного исследования выявлены проблемы, снижающие рентабельность производства сельскохозяйственной продукции Кызылординской области Республики Казахстан и ограничивающие ее экспорт: низкая материально-техническая оснащенность производства; отсутствие современных высокопродуктивных районированных сортов сельскохозяйственных культур; отсутствие глубокой переработки сельскохозяйственной продукции, а также интеграции между сферами агропромышленного производства, такими как переработка, хранение, транспортировка, что приводит к локальной деятельности хозяйств.

Предложены направления инновационного развития и повышения эффективности сельскохозяйственного производства: введение высокопродуктивных севооборотов (использование в структуре севооборота культур и сортов, обеспечивающих получение больших урожаев высокого качества при наименьших затратах средств); осуществление инвестиционной деятельности (формирование инвестиционных фондов из средств бюджетных и внебюджетных источников финансирования); использование механизмов лизинга как эффективного инструмента для обеспечения производства необходимой техники по приемлемым ценам.

Литература

1. Канавцев Михаил Владимирович, and Попова Алла Леонидовна. "Основные функции государственного регулирования экономики в социальном государстве" Символ науки, no. 7-1, 2015, pp. 80-82
2. Umirzakov S. I., Naurzybayev A. Z., Bukharbayeva A. Z. Improving efficiency of the state support of rice planting—baseline for the strategy of agro-industrial complex development in Kazakhstan. Reports of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Vol. 2. No 318 (2018). P. 144–152. URL: [http://nblib.library.kz/elib/library.kz/jurnal/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%2002-2018/Umirzakov%20\(str.144\)%20%20022018.pdf](http://nblib.library.kz/elib/library.kz/jurnal/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%2002-2018/Umirzakov%20(str.144)%20%20022018.pdf) (дата обращения 4.05.2022).
3. Assessment of the Supply Chain Management and Problems of Agricultural Production Development and Marketing in Kazakhstan / Y.Umirzakov, Samazhan et al. // International Journal of Supply Chain Management No 8. 2019. P. 256–265. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Assessment-of-the-Supply-Chain-Management-and-of-in-Y.Umirzakov-Zh.Naurzybayev/b2ebd142c2db9b419a9b64b1eae111a0107fdd2a> (дата обращения 4.03.2022).
4. Бильдебаяева А.Б. Инновационные процессы управления экономикой Республики Казахстан // Известия КазУМОиМЯ имени Абылай хана. Серия «Международные отношения и регионоведение». 2014. № 1 (15). С. 25–31.
5. Bitemirov K., Shalkharov Y., Berdibaev N. Protection of honor dignity and business reputation in the system of modern civil law. Res. Journal of Legal, Ethical and Regulatory Issues, No. 22 (4). 2019. P. 01–12.
6. Удалых О. А. Методика оценки экономического потенциала предприятий АПК на основе кластерного подхода // Промышленность и сельское хозяйство. 2019. № 9(14). С. 39–43.
7. Байдаков А. Н., Звягинцева О.С. Территориальный социально-экономический потенциал развития АПК // АПК: Экономика, управление. 2021. № 12. С. 94–103. doi: 10.33305/2112-94.
8. Формирование корпоративного механизма управления социально-экономическим развитием предприятий аграрного сектора экономики / Г. С. Клычова, А. Р. Закирова, А. Р. Валиев и др. // Москва: Казанский государственный аграрный университет, 2021. 171 с. doi: 10.29039/01876-7.
9. Субаева А. К., Мавлиева Л.М. Готовность кадров к восприятию и внедрению современной техники и технологий в сельскохозяйственное производство // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 3(50). С. 147–150. doi: 10.12737/article_5bcf5799dbe707.03578820.
10. Rational placement of grain production - The basis for ensuring food security / G. Klychova, A. Zakirova, I. Safiullin, et al. // E3S Web of Conferences: 13, Rostovon-Don, 2020. P. 08013. doi: 10.1051/

e3sconf/202017508013.

11. Субаева А. К., Клычова Г.С., Мавлиева Л.М. Теоретические основы технического оснащения сельского хозяйства в условиях цифровизации // Региональная экономика: теория и практика. 2020. Т. 18. № 12 (483). С. 2391–2405. doi: 10.24891/re.18.12.2391.

12. Оспанов С. Р. Развитие овцеводства в Казахстане // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2012. Т. 2. № 1. С. 84–88.

13. Перспективы развития регионального производства маслосемян подсолнечника / Н. Р. Александрова, А. К. Субаева, А. Р. Валиев и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 1(52). С. 113–119. doi: 10.12737/article_5ccedf732f21b7.08814536.

14. Субаева А. К., Низамутдинов М.М. Техническая оснащённость села как фактор среды прямого и косвенного воздействия на финансовые результаты предприятия // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 537.

15. Повышение конкурентоспособности в условиях корпоративного управления предприятиями агропромышленного комплекса Республики Татарстан / А. С. Клычова, С. Ф. Гирфанов, Г. Д. Крупина, и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12. № 4(46). С. 110–115. doi: 10.12737/article_5a5f08a3482b01.15047602.

16. Assessment of the efficiency of investing activities of organizations / G. Klychova, A. Zakirova, K. Pinina et al. // E3S Web of Conferences: 2018 International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development, SPbWOSCE 2018, St. Petersburg. St. Petersburg: EDP Sciences, 2019. P. 02075. doi: 10.1051/e3sconf/201911002075.

17. Кирица А. А. Экономический потенциал лизинга в условиях модернизации АПК // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 7. С. 27–34. doi: 10.32651/207-27.

18. Объем нового рынка лизинга в 2020 году в Казахстане увеличился на 29% // URL: <https://kz.kursiv.media/2021-05-17/kursiv-research-obem-novogo-rynka-lizinga-v-2020-godu-v-kazakhstane/> (дата обращения 14.03.2022).

Авторы:

Бухарбаева Акмарал Жетибаевна – доктор философии, старший преподаватель; e-mail: nurai0510@mail.ru
Кызылординский университет имени Кorkыт Ата, Кызылорда, Республика Казахстан

Клычова Гузалия Салиховна – доктор экономических наук, заведующий кафедрой бухгалтерского учета и аудита; e-mail: kgaukgs@mail.ru

Зиганшин Булат Гусманович – доктор технических наук, профессор, e-mail: zigan66@mail.ru

Закирова Алсу Рафкатовна – доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского учета и аудита; e-mail: zakirovaar@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

Хоружий Валерий Иванович – доктор экономических наук, профессор Департамента налогов и налогового администрирования

Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия

Нуриева Регина Ирековна – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита; e-mail: nurieva-kazgau@mail.ru.

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

MECHANISMS FOR THE IMPLEMENTATION OF INNOVATION POLICY IN AGRICULTURE OF KYZYLORDA REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**A. Zh. Bukharbaeva, G.S. Klychova, B.G. Ziganshin A.R. Zakirova,
V.I. Khoruzhiy, R.I. Nurieva**

Abstract. The study was conducted in order to study the current state and development trends of the economic potential of agricultural enterprises in Kyzylorda region of the Republic of Kazakhstan, as well as to determine the innovative development directions and increase the efficiency of agricultural production. The study found that in recent years, the production of gross agricultural output in the period 2016-2020 increased by 1.8 times, in the gross output structure the share of livestock decreased by 2.9%, the share of crop production increased by 3.2%. That is, we can conclude that the agricultural enterprises of Kyzylorda region began to pay more attention to the production of crop products. In almost all administrative districts of Kyzylorda region, there was an increase in gross agricultural output by an average of 1.8 times. A further increase in agricultural production creates great potential for its export, which will solve many problems that reduce the profitability of agricultural production in Kyzylorda region of the Republic of Kazakhstan and limit its export. Such problems include low material and technical equipment of production; lack of modern highly productive zoned varieties of agricultural crops; lack of deep processing of agricultural products, as well as integration between the areas of agro-industrial production, such as processing, storage, transportation. As directions for innovative development and improving the efficiency of agricultural production, the following are proposed: expanding the composition of the crop rotation and the use of highly productive varieties that allow increasing crop yields; formation of investment funds from extra-budgetary and budgetary sources; use of the leasing mechanism as an effective tool to ensure the production of the necessary equipment at affordable prices.

Keywords: agriculture, economy, leasing, efficiency, products.

References

1. Kanavtsev MV, Popova AL. [Main functions of state regulation of the economy in a welfare state]. Simvol nauki. 7-1. 2015; 80-82 p.

2. Umirzakov SI, Nauryzbaev AZ, Bukharbaeva AZ. Improving efficiency of the state support of rice planting-baseline for the strategy of agro-industrial complex development in Kazakhstan. [Internet]. Reports of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Vol. 2. No 318 (2018). 144-152 p. [cited 2022, May 04]. Available from: [http://nblib.library.kz/elib/library.kz/jurnal/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%2002-2018/Umerzakov%20\(str.144\)%20%20022018.pdf](http://nblib.library.kz/elib/library.kz/jurnal/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%2002-2018/Umerzakov%20(str.144)%20%20022018.pdf).

3. Umirzakov Y, Samazhan. Assessment of the supply chain management and problems of agricultural production development and marketing in Kazakhstan. [Internet]. International journal of supply chain management. 8. 2019; 256-265 p. [cited 2022, March 04]. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Assessment-of-the-Supply-Chain->

Management-and-of-in-Y.Umirzakov-Zh.Nauryzbayev/b2ebd142c2db9b419a9b64b1eae111a0107fdd2a.

4. Bil'debaeva AB. [Innovative processes of economic management of the Republic of Kazakhstan]. Izvestiya KazUMOiMya imeni Abylai khana. Seriya "Mezhdunarodnye otnosheniya i regionovedenie". 2014; 1 (15). 25-31 p.

5. Bitemirov K, Shalkharov Y, Berdibaev N. Protection of honor dignity and business reputation in the system of modern civil law. Res. Journal of Legal, Ethical and Regulatory Issues. 22 (4). 2019; 01-12 p.

6. Udalykh OA. [Methodology for assessing the economic potential of agricultural enterprises based on the cluster approach]. Promyshlennost' i sel'skoe khozyaistvo. 2019. 9 (14). 39-43 p.

7. Baydakov AN, Zvyagintseva OS. [Territorial social and economic potential for the development of the agro-industrial complex]. APK: Ekonomika, upravlenie. 2021; 12. 94-103 p. doi: 10.33305/2112-94.

8. Klychova GS, Zakirova AR, Valiev AR. Formirovanie korporativnogo mekhanizma upravleniya sotsial'no-ekonomicheskim razvitiem predpriyatii agrarnogo sektora ekonomiki. [Formation of a corporate mechanism for managing the social and economic development of enterprises in the agrarian sector of the economy]. Moscow: Kazanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. 2021; 171 p. doi: 10.29039/01876-7.

9. Subaeva AK, Mavlieva LM. [Readiness of personnel for the perception and implementation of modern equipment and technologies in agricultural production]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018; Vol.13. 3(50). 147-150 p. doi: 10.12737/article_5bcf5799db707.03578820.

10. Klychova G, Zakirova A, Safiullin I. Rational placement of grain production. The basis for ensuring food security. E3S Web of Conferences: 13, Rostovon-Don. 2020; 08013 p. doi: 10.1051/e3sconf/202017508013.

11. Subaeva AK, Klychova GS, Mavlieva LM. [Theoretical foundations of technical equipment of agriculture in the context of digitalization]. Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. 2020; Vol.18. 12 (483). 2391-2405 p. doi: 10.24891/re.18.12.2391.

12. Ospanov SR. [Development of sheep breeding in Kazakhstan]. Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. 2012; Vol.2. 1. 84-88 p.

13. Aleksandrova NR, Subaeva AK, Valiev AR. [Prospects for the development of regional production of sunflower oilseeds]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. Vol.14. 1 (52). 113-119 p. doi: 10.12737/article_5ccedf732f21b7.08814536.

14. Subaeva AK, Nizamutdinov MM. [Technical equipment of the village as a factor in the environment of direct and indirect impact on the financial results of the enterprise]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015; 1-1. 537 p.

15. Klychova AS, Girfanov SF, Krupina GD. [Increasing competitiveness under the conditions of corporate management of enterprises of the agro-industrial complex of the Republic of Tatarstan]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017; Vol.12. 4(46). 110-115 p. doi: 10.12737/article_5a5f08a3482b01.15047602.

16. Klychova G, Zakirova A, Pinina K. Assessment of the efficiency of investing activities of organizations. E3S Web of Conferences: 2018 International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development, SPbWOSCE 2018. St.Petersburg: EDP Sciences. 2019; 02075 p. doi: 10.1051/e3sconf/201911002075.

17. Kiritsa AA. [The economic potential of leasing in the conditions of modernization of the agro-industrial complex]. Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii. 2020; 7. 27-34 p. doi: 10.32651/207-27.

18. The volume of the new leasing market in Kazakhstan increased by 29% in 2020. [Internet]. Kursiv newspaper. [cited 2022, March 14]. Available from: <https://kz.kursiv.media/2021-05-17/kursiv-research-obem-novogo-rynka-lizinga-v-2020-godu-v-kazakhstane/>.

Authors:

Bukharbaeva Akmaral Zhetibaevna – Ph.D. of Philosophy, senior lecturer; e-mail: nurai0510@mail.ru

Kyzylorda University named after Korkyt Ata, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

Klychova Guzaliya Salikhovna - Doctor of Economics, Head of Accounting and Audit Department; e-mail: kgaukgs@mail.ru

Ziganshin Bulat Gusmanovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: zigan66@mail.ru

Zakirova Alsu Rafkatovna - Doctor of Economics, Professor of Accounting and Audit Department; e-mail: zakirovaar@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Khoruzhiy Valeriy Ivanovich – Doctor of Economics, Professor of Taxes and Tax Administration Department

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Nurieva Regina Irekovna – Ph.D. of Economic Sciences, associate professor of Accounting and Audit Department; e-mail: nurieva-kazgau@mail.ru.

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

**МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА****М.Х. Газетдинов, О.С. Семичева, Ш.М. Газетдинов**

Реферат. В статье рассматривается механизм влияния на экономическую эффективность аграрного производства социально-экономических факторов, определяющих развитие сельских территорий на современном этапе. Цель исследования – выявить и обосновать те формы взаимосвязей в сельских территориях, которые способствуют повышению эффективности сельскохозяйственного производства. Установлено, что всю совокупность социально-экономических факторов (устранение сезонности, повышение и равномерное получение доходов, развитие социальной активности и т.д.) можно рассматривать как отдельный элемент организационно-экономического механизма инновационного развития аграрного производства. Утверждается, что повышается роль территориальных договорных отношений в сфере совместной производственной и социальной деятельности субъектов предпринимательства и их взаимодействия с муниципальными органами управления. Установлено, что социальные факторы оказывают двоякое воздействие на уровень затрат. С одной стороны, они способствуют их росту, с другой – увеличению экономического эффекта, тем самым обеспечивая окупаемость осуществленных затрат. Предлагается для развития сельских территорий и социально-экономических связей субъектов предпринимательства формировать определенные формы договорных территориально-хозяйственных структур. Такие, как хозяйственные ассоциации, создаваемые в рамках отдельных административно-территориальных единиц в целях развития всего хозяйственного комплекса, и также ассоциации для координации и сотрудничества, создаваемые не с целью ведения какой-либо хозяйственной деятельности, а как организационный инструмент для выработки и реализации общей стратегии согласованных действий по решению определенных проблем, затрагивающих интересы нескольких сельских территорий.

Ключевые слова: сельская территория, социально-экономические факторы, инновационное развитие, ассоциация, эффективность.

Введение. Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства неразрывно связана с развитием социально-экономических условий в сельских территориях и в значительной мере обуславливается ими. Практика показывает, что непрерывно развивающийся хозяйственный механизм взаимоотношений сельскохозяйственных предприятий и условий производства в сельских территориях отражает социально-экономическое положение сельского населения, дает импульс новым прогрессивным изменениям в экономике.

В современных условиях динамичное развитие сельского хозяйства связано с изменением структуры и характера сфер приложения труда. Так, расширение в сельских территориях и сельскохозяйственных предприятиях не сельскохозяйственных сфер приложения труда позволяет более эффективно решить вопросы использования трудовых ресурсов в течение всего года. Вместе с тем изменение характера труда требует улучшения его условий, что позволяет решить задачу обеспечения сельского хозяйства квалифицированными кадрами. При этом уменьшается текучесть кадров, поскольку на предприятиях с хорошими условиями труда отток квалифицированных работников практически отсутствует [1, 2].

Улучшение условий труда, быта и отдыха сельского населения предполагает не только совершенствование самого сельскохозяйственного производства, но и других отраслей и сфер, входящих в агропромышленный комплекс. В частности, развитие сети предприя-

тий, связанных с переработкой продукции сельского хозяйства, его техническим обслуживанием, производством тары и упаковки, будет способствовать совершенствованию сферы приложения труда, устранению его сезонности, повышению и равномерному получению доходов работниками хозяйств.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились на материалах сельских территорий и сельскохозяйственных формирований Республики Татарстан. Использовались монографический, аналитический методы и методы математического моделирования.

Понятие «эффективность производства» имеет социально-экономическое содержание. Так, повышение эффективности производства означает рост производительности труда, развитие производительных сил и совершенствование производственных отношений. В свою очередь совершенствование производственных отношений непосредственно связано с социально-экономическими факторами, которые способствуют развитию экономики.

К социально-экономическим факторам, которые в значительной степени влияют на уровень экономической эффективности производства, можно отнести: специальный и квалификационный уровень работников, социальную активность, условия труда и быта и т. д.

В условиях развития предпринимательства в сельских территориях процесс формирования отношения к труду нельзя рассматривать как простую экстраполяцию современных тенденций [3, 4]. Поскольку в сельских территориях обеспечено социальное равенство всех

членов общества, то движущим мотивом развития их социальной активности является (кроме материального) моральный интерес, стремление занять определенное положение. Для развития социальной активности используются различные формы, например, участие в творческих общественных организациях, выполнение общественных поручений, участие в политической, экономической жизни, социальных проектах и т. д. В результате формируется тип отношения к труду, характеризующийся большей «чувствительностью», большим вниманием к условиям труда и вознаграждению за него.

Углубление рыночных отношений в аграрном секторе экономики тесно связано с социально-экономическими преобразованиями в сельских территориях. В сельскохозяйственном производстве сегодня получили дальнейшее развитие интеграционные и кооперационные процессы, становление малого и среднего бизнеса [5, 6]. При этом важным фактором повышения эффективности сельскохозяйственного производства является стабильность кадров. Так, исследования по Республике Татарстан показывают, что в сельском хозяйстве в настоящее время (2020 г.) работает 52,6 тыс. работников. По сравнению с 2010 годом численность работающих уменьшилась на 30,8 тыс. чел. или на 36,9 %. Тенденция описывается уравнением

$$y_1 = 100,03 - 4,301 t, \quad R^2 = 0,9756,$$

где y_1 – среднегодовая численность работников организаций сельского хозяйства, тыс. чел.;
 t – годы.

При этом за счет интеграционных процессов количество хозяйств за этот период сократилось на 106 единиц или на 18,6 %, число крестьянских (фермерских) хозяйств увеличилось на 14,3 %. Значительные сдвиги произошли в обеспечении сельскохозяйственных предприятий техникой. Если количество тракторов и зерноуборочных комбайнов в республике уменьшилось, соответственно, на 18 % и 15 %, то при этом энерговооруженность 1 работника возросла с 55,2 л.с. до 78,9 л.с., или на 13,1 %. Эта тенденция отражает, с одной стороны, сокращение численности работников в сельском хозяйстве, с другой – увеличение энергоёмкости современной техники, и описывается уравнением

$$y_2 = 47,315 + 2,4336 t, \quad R^2 = 0,9381,$$

где y_2 – энерговооруженность 1 работника, л.с.;
 t – годы.

Вместе с укреплением экономики непрерывно растет оплата труда работников сельского хозяйства. Ее уровень сближается с уровнем оплаты труда работников промышленности. Так, в 2010 году среднемесячная заработная плата работников по Республике Татарстан составила 17350,1 рублей. При этом у работников сельского хозяйства 8655,9 рублей, что составляет 49,0 % от уровня в целом. В 2020 году среднемесячные заработные платы выросли соответственно до 38486,3 и

25960,8 рублей, что составляет в сельском хозяйстве 67,5 % республиканского уровня. Темпы роста составляют, соответственно, 2,21 и 2,99, другими словами, среднемесячные заработные платы в сельском хозяйстве растут быстрее. Рассмотренные тенденции описываются следующими уравнениями:

$$y_3 = 9480,1 + 2201,3 t, \quad R^2 = 0,9812,$$

$$y_4 = 3288,6 + 1455,3 t, \quad R^2 = 0,9889,$$

где y_3 – среднемесячная заработная плата 1 работника по всем видам деятельности, руб.;

y_4 – среднемесячная заработная плата 1 работника сельского хозяйства, руб.;

t – годы.

Анализ и обсуждение результатов исследований. Также быстрыми темпами идет сближение общеобразовательного и культурного уровня работников промышленности и сельского хозяйства, жителей города и сельской местности. При этом преодоление различий между городом и деревней, закрепление кадров в сельской местности, а также проведение крупных социальных мероприятий предполагает широкое развитие инфраструктуры, наличие надежных транспортных связей. Улучшение социальной инфраструктуры обуславливает повышение производительности труда работников сельскохозяйственного производства. Так, производство валовой продукции в сопоставимых ценах в расчете на одного работника в республике увеличилось за последние десять лет с 22,2 руб. до 41,8 руб., или почти на 2 раза.

В этом, с одной стороны, отражается улучшение социально-экономических и производственных условий – главной сферы жизнедеятельности сельскохозяйственного работника. В частности, благодаря комплексной механизации и автоматизации, развитию цифровизации и роботизации производственных процессов в последние годы существенно сократился удельный вес ручного труда [7, 8, 9, 10, 11]. Это позволило не только рационально использовать ресурсы, но и получить определенный экономический эффект. Совокупность приведенных факторов можно рассматривать как элемент организационно-экономического механизма инновационного развития сельского хозяйства. Очевидно, что для повышения конкурентоспособности сельскохозяйственных товаропроизводителей на рынке эти процессы следует ускорить [12, 13, 14].

Улучшение условий труда – это один из решающих факторов закрепления кадров на селе. Как показывают исследования, технические и технологические инновации в значительной мере способствуют улучшению условий труда и закреплению кадров, повышению эффективности производства [15, 16]. Кроме того, высвобождается много времени для личных надобностей. Сельскохозяйственные работники больше времени могут уделять семье, учебе, досугу, повышению культурного уровня и квалификации.

В связи с этим вопросам улучшения

условий труда и быта сельского населения уделяется особое внимание в республиканских программах, ежегодно реализуемых в Татарстане. В настоящее время в республике действует около 40 программ, из которых 30 с участием сельских объектов. В частности, программа «Устойчивое развитие сельских территорий» на 2020 млн. руб., «Объекты соцкультбыта и инженерной инфраструктуры» на 16027 млн. руб. и другие, в целом на 21435 млн. руб.

В результате создаются условия развитию различных форм малого и среднего предпринимательства в сельских территориях. При этом территориальному управлению приходится иметь дело с равноправными и не подчиняющимися друг другу или муниципальным органам хозяйственными субъектами, для него принципиально важным становится овладение новыми методами координации и согласования. Соответственно, повышается роль территориальных договорных отношений в сфере совместной производственной и социальной деятельности предприятий и их взаимодействия с муниципальными органами управления [17, 18, 19, 20, 21].

В сложившихся условиях целесообразно создавать добровольные организационные формирования на договорной основе – ассоциаций различных видов. С теоретической точки зрения ассоциация представляет собой организационную форму добровольной совместной деятельности самостоятельных хозяйственных субъектов, основанную на интеграции материальных, финансовых и иных видов ресурсов для более эффективного и взаимовыгодного их использования при решении общих или взаимосвязанных задач. По своему организационно-правовому статусу такие формирования во многом отличаются от интегрированных аграрных формирований или других форм коопераций. Ассоциации создаются на договорно-равноправной основе исключительно по воле самих субъектов предпринимательства и существуют как полностью самостоятельные, автономные организационные формирования, не «привязанные» к какому-либо государственному органу управления. При этом ассоциация не является промежуточным структурным звеном системы отраслевого или территориального управления, а представляет собой форму самоорганизации и самоуправления свободно объединившихся между собой экономически и юридически самостоятельных субъектов предпринимательства. Также ассоциацию нельзя считать некоторой самостоятельной формой хозяйственной организации, поглощающей в себе участников ассоциации в качестве

внутренних и соподчиненных звеньев. Это особый организационный институт, создаваемый субъектами предпринимательства для решения таких задач организации и управления, которые каждое из них в отдельности решить не в состоянии (в силу информационно-технологических ограничений или по соображениям экономической нецелесообразности).

На современном этапе развития сельских территорий и социально-экономических связей субъектов предпринимательства можно формировать следующие формы договорных территориально-хозяйственных структур. Первая форма – это хозяйственные ассоциации, создаваемые в рамках отдельных административно-территориальных единиц в целях развития всего хозяйственного комплекса на данной территории и включающие в свой состав практически все расположенные здесь субъекты предпринимательства. Особенность таких организационных систем заключается в сильной диверсификации их деятельности и отсутствии наперед заданных временных пределов их существования из-за неопределенного характера их целевых установок. Вторая – это ассоциации для координации и сотрудничества, создаваемые не с целью ведения какой-либо хозяйственной деятельности, а как организационный инструмент для выработки и реализации общей стратегии согласованных действий по решению определенных проблем, затрагивающих интересы нескольких сельских территорий. В рамках принятой совместной линии поведения каждая из заинтересованных сторон действует вполне самостоятельно и решает свои задачи своими собственными средствами.

Выводы. Таким образом, экономическая эффективность аграрной сферы тесно связана с развитием социально-экономических процессов в сельских территориях. Современное развитие сельскохозяйственного производства в условиях роботизации и цифровизации технологических процессов коренным образом меняет структуру и характер сфер приложения труда в сельском хозяйстве, что, в свою очередь, ведёт к изменению социально-экономического положения населения в сельских территориях и даёт импульс новым прогрессивным изменениям в экономике. При этом следует учитывать, что социальные факторы оказывают двойное воздействие на уровень затрат. С одной стороны, они способствуют их росту, с другой – увеличению экономического эффекта, тем самым обеспечивая окупаемость осуществленных затрат.

Литература

1. Брылев А.А., Турчаева И.Н. Методологические аспекты исследования устойчивого развития сельских территорий // АПК: экономика, управление: теоретический и научно-практический журнал. 2020. №10. С. 76-94.
2. Проблемы и перспективы социально-экономического развития сельских территорий: региональный аспект. – М.: Издание Государственной Думы, 2021. 320 с.
3. Газетдинов М.Х., Семичева О.С., Газетдинов Ш.М. Социально-трудовые аспекты хозяйственного механизма развития сельских территорий // Техника и оборудование для села. 2017. № 10. С. 36-39.
4. Газетдинов М.Х., Семичева О.С., Газетдинов Ш.М. Особенности развития сельских территорий в

условиях модернизации экономики // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 3 (54). С. 143-148.

5. Зикшевский, В. Модель социального партнерства на сельских территориях / В. Зикшевский И. Меренкова В. Перцев // АПК: экономика, управление: теоретический и научно-практический журнал. – 2015. – № 6. – С. 69-75.

6. Sullivan L., Ryser L., Halseth G. Recognizing change, recognizing rural: the new rural economy and towards a new model of rural service // Journal of Rural and Community Development. 2014. Vol. 9, № 4. P. 219-245.

7. Abramova O., Akmarov P. and Knyazeva O. 2022. The Development of Digitalization of Agricultural Production as the Factor in Improving Living Standard of the Rural Population. Smart Innovation, Systems and Technologies. 245. 159-170

8. Алгоритм проектирования производства сельскохозяйственной продукции / Д.И. Файзрахманов, Ю.И. Матяшин, Б.Г. Зиганшин, Р.И. Сафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2008. Т. 3. № 2 (8). С. 157-162.

9. Костяев А. И. К вопросу о модели устойчивого развития сельских территорий // Мир Инноваций. 2017. № 3–4. С. 45–52.

10. OECD-Prufbericht zur Politic fur landliche Raume. Deutschland // Organisation fur wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2007.

11. Рафаилов М. К. Стратегическое планирование развития сельских территорий: межотраслевые взаимосвязи // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 2. С. 38-41.

12. Kashapov N F, Nafikov M M, Gazetdinov M Kh, Gazetdinov Sh M and Nigmatzyanov A R 2018 About one approach to the assessment of technical equipment of agricultural enterprises in conditions of economy modernization. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 012038.

13. Адуков Р.Х., Адукова А.Н. Проект Государственной программы комплексного развития сельских территорий: базовые направления доработки // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий: теоретический и научно-практический журнал. 2019. №7. С. 22-28.

14. Солдатова И. Повышать трудовой потенциал сельских территорий // АПК: экономика, управление: теоретический и научно-практический журнал. 2017. № 1. С. 77-82.

15. Akmarov P. B, Knyazeva O. P. and Tretyakova E. S. 2021. Assessing the Potential of the Digital Economy in Agriculture. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vladivostok 042036.

16. Rodríguez-Pose A., Hardy D. Addressing poverty and inequality in the rural economy from a global perspective // Applied Geography. 2015. Vol. 61. P. 11–23. DOI: 10.1016/j.apgeog.2015.02.005.

17. Родионова О. А., Борхуннов Н. А., Гришкина С. Н. Сельское хозяйство и другие виды экономической деятельности: новые стереотипы // АПК: экономика, управление. 2016. № 4. С. 16–23.

18. Современные проблемы жизнеобеспечения населения сельских территорий / И. Н. Меренкова, А. И. Добрунова А. А. Сидоренко О. А. Жарикова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы: теоретический и научно-практический журнал. 2020. № 2. С. 208-217.

19. Современное состояние и перспективы развития технической базы сельского хозяйства в условиях цифровой экономики / Ф. Н. Мухаметгалиев, Ф. Ф. Садриева, Э. Ф. Амирова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 121-125.

20. Набиева, А. Р. Социально-экономическая значимость количественного и качественного развития сельских территорий / А. Р. Набиева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 3(59). – С. 126-132.

21. Гильфанов, Р. М. Налогообложение субъектов малого предпринимательства в рамках специальных налоговых режимов (на примере Республики Татарстан) / Р. М. Гильфанов, А. Х. Евстафьева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 3(50). – С. 108-115.

Сведения об авторах:

Газетдинов Миршарип Хасанович – доктор экономических наук, профессор, e-mail: mirsharip@yandex.ru

Семичева Ольга Сергеевна – кандидат экономических наук, доцент e-mail: ms.o.semicheva@mail.ru

Газетдинов Шамиль Миршарипович – кандидат экономических наук, доцент, e-mail: gazetdinov.shamil@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия

MECHANISMS OF INFLUENCE OF SOCIO-ECONOMIC FACTORS OF RURAL AREAS ON THE RESULTS OF AGRICULTURAL PRODUCTION

M.Kh. Gazetdino, O.S. Semicheva, Sh.M. Gazetdinov

Abstract. The article examines the mechanism of influence on the economic efficiency of agricultural production of socio-economic factors that determine the development of rural areas at the present stage. The purpose of the study is to identify and substantiate those forms of interrelations in rural areas that contribute to improving the efficiency of agricultural production. It is established that the whole set of socio-economic factors (elimination of seasonality, increase and uniform income generation, development of social activity, etc.) can be considered as a separate element of the organizational and economic mechanism of innovative development of agricultural production. It is argued that the role of territorial contractual relations in the field of joint production and social activities of business entities and their interaction with municipal government bodies is increasing. It is established that social factors have a twofold impact on the level of costs. On the one hand, they contribute to their growth, on the other – to increase the economic effect, thereby ensuring the payback of the costs incurred. It is proposed to form certain forms of contractual territorial and economic structures for the development of rural territories and socio-economic ties of business entities. Such as economic associations created within the framework of individual administrative-territorial units in order to develop the entire economic complex, and also associations for coordination and cooperation, created not for the purpose of conducting any economic activity, but as an organizational tool for developing and implementing a common strategy of coordinated actions to solve certain problems affecting the interests of several rural areas.

Key words: rural area, socio-economic factors, innovative development, association, efficiency.

References

1. Brylev AA, Turchaeva IN. [Methodological aspects of the study of sustainable development of rural areas]. APK:

- ekonomika, upravlenie: teoreticheskii i nauchno-prakticheskii zhurnal. 2020; 10. 76-94 p.
2. Problemy i perspektivy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya sel'skikh territorii: regional'nyi aspekt. [Problems and prospects of socio-economic development of rural areas: regional aspect]. Moscow: Izdanie Gosudarstvennoi Dumy. 2021; 320 p.
 3. Gazetdinov MKh, Semicheva OS, Gazetdinov ShM. [Social and labor aspects of the economic mechanism for the development of rural areas]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2017; 10. 36-39 p. 3. shamil'
 4. Gazetdinov MKh, Semicheva OS, Gazetdinov ShM. [Peculiarities of rural areas development in the context of economic modernization]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; Vol. 14. 3 (54). 143-148 p.
 5. Zikshevskii V, Merenkova I, Pertsev V. [Model of social partnership in rural areas]. *Model' sotsial'nogo partnerstva na sel'skikh territoriyakh*. APK: ekonomika, upravlenie: teoreticheskii i nauchno-prakticheskii zhurnal. 2015. 6. 69-75 p.
 6. Sullivan L, Ryser L, Halseth G. Recognizing change, recognizing rural: the new rural economy and towards a new model of rural service. *Journal of Rural and Community Development*. 2014; Vol. 9. 4. 219-245 p.
 7. Abramova O, Akmarov P, Knyazeva O. The development of digitalization of agricultural production as the factor in improving living standard of the rural population. *Smart Innovation, Systems and Technologies*. 2022; 245. 159-170 p.
 8. Fayzrakhmanov DI, Matyashin YuI, Ziganshin BG, Safin RI. [Algorithm for designing the production of agricultural products]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2008; Vol. 3. 2 (8). 157-162 p.
 9. Kostyaev AI. [To the question of the model of sustainable development of rural areas]. *Mir Innovatsii*. 2017; 3-4. 45-52 p.
 10. OECD-Prufbericht zur Politic fur landliche Raume. Deutschland. Organisation fur wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2007. German.
 11. Rafailov MK. [Strategic planning for the development of rural areas: intersectoral relationships]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii*. 2017; 2. 38-41 p.
 12. Kashapov NF, Nafikov MM, Gazetdinov MKh, Gazetdinov ShM and Nigmatzyanov AR. About one approach to the assessment of technical equipment of agricultural enterprises in conditions of economy modernization. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 2018; 012038.
 13. Adukov RKh, Adukova AN. [Draft state program for the integrated development of rural territories: basic directions for improvement]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii: teoreticheskii i nauchno-prakticheskii zhurnal*. 2019; 7. 22-28 p.
 14. Soldatova I. Increase the labor potential of rural areas. *APK: ekonomika, upravlenie: teoreticheskii i nauchno-prakticheskii zhurnal*. 2017; 1. 77-82 p.
 15. Akmarov PB, Knyazeva OP, Tretyakova ES. Assessing the potential of the digital economy in agriculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vladivostok*. 2021; 042036.
 16. Rodríguez-Pose A, Hardy D. Addressing poverty and inequality in the rural economy from a global perspective. *Applied Geography*. 2015; Vol.61. 11-23 p. DOI: 10.1016/j.apgeog.2015.02.005.
 17. Rodionova OA, Borkhunov NA, Grishkina SN. [Agriculture and other economic activities: new stereotypes]. *APK: ekonomika, upravlenie*. 2016; 4. 16-23 p.
 18. Merenkova IN, Dobrunova AI, Sidorenko AA, Zharikova OA. [Modern problems of life support for the population of rural areas]. *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy: teoreticheskii i nauchno-prakticheskii zhurnal*. 2020; 2. 208-217 p.
 19. Mukhametgaliev F. N., Sadrieva F. F., Amirova E. F., et al. [The current state and prospects for the development of the technical base of agriculture in the digital economy] *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2020. – T. 15. – № 3(59). – Pp. 121-125.
 20. Nabieva A R. [Socio-economic significance of quantitative and qualitative development of rural territories] *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2020. – T. 15. – № 3(59). – Pp. 126-132.
 21. Gilfanov R.M., Evstafyeva A.H. [Taxation of small business entities within the framework of special tax regimes (on the example of the Republic of Tatarstan)] *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2018. – T. 13. – № 3 (50). – Pp. 108-115.

Authors:

Gazetdinov Mirsharip Khasanovich – Doctor of Economics, Professor, e-mail: mirsharip@yandex.ru
 Semicheva Olga Sergeevna – Ph.D. of Economic Sciences, Associate Professor, e-mail: ms.o.semicheva@mail.ru
 Gazetdinov Shamil Mirsharipovich – Ph.D. of Economic Sciences, Associate Professor, e-mail: gazetdinov.shamil@yandex.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

**МЕЖДУНАРОДНОЕ ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ
КАЧЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ****М.А. Измайлова, Е.Ю. Корнева, Б.Г. Зиганшин, А.В. Дмитриев, Р.Х. Марданов**

Реферат. В настоящее время, характеризующееся беспрецедентными антиросийскими санкционными ограничениями, остро встают вопросы функционирования всех сфер жизнедеятельности человека. Сфера высшего образования оказалась не исключением. В повестку экономических и образовательных форумов все чаще включаются вопросы обеспечения качества высшего образования в условиях глобализационных процессов, обсуждение перспектив реализации международных образовательных программ, анализа современного состояния международной студенческой мобильности и путей его расширения с охватом новых территорий получения образования, соответствия высшего образования общемировым гуманистическим ценностям. В условиях глобализационных процессов вопросы качества в сфере высшего образования приобретают особую значимость, обусловленную группой факторов, в числе которых: массовизация высшего образования, развитие трансграничного образования и расширение его возможностей за счет появившихся новых форм и технологий образования, популяризация и расширение доступности международных образовательных программ, усиление конкуренции образовательных организаций за иностранных абитуриентов как источников финансирования и проч. Действие данных факторов в международном образовательном пространстве, с одной стороны, требуют соблюдения единых стандартов, к числу которых следует отнести Европейские стандарты и рекомендации для гарантии качества высшего образования в европейском пространстве (ESG-QA), с другой – могут привести к снижению образовательных стандартов, в том числе под влиянием внешних факторов так называемой непреодолимой силы. Речь идет о влиянии COVID-19 и переживаемой эскалирующей геополитической ситуации на устойчивость международных партнерских связей и сохранность принципов, формализованных в серии глобальных документов по гарантиям качества высшего образования, и непреходящих общегуманных ценностей.

Ключевые слова: образование, высшее образование, качество образования, академическая мобильность, иностранные студенты, международные образовательные программы, COVID-19, санкции, геополитическая ситуация.

Введение. Глобализационные процессы, наметившиеся в образовательном пространстве на рубеже XX-XXI в., открывали широкие перспективы международного сотрудничества образовательных организаций разных стран, включая: академическую мобильность студентов и профессорско-преподавательского состава, выполнение научно-исследовательских проектов международными коллективами ученых, реализацию программ дуального образования и проч. [1]. Появился опыт инновационного формата международного образовательного сотрудничества, в числе которых международная аккредитация образовательных программ, создание международных образовательных хабов, франшизы. Были заключены многочисленные договоры и соглашения в сфере международного сотрудничества между российскими и зарубежными университетами, которые обогащали образовательную подготовку обучающихся национальными подходами к реализации образовательных программ и уникальными компетенциями работающих на этих программах профессоров, развивали культуру межнационального общения и многое другое. Высшее образование как важнейший социальный институт всего глобального общества выполнял важнейшую миссию консолидации национальных интересов и совместного построения справедливого будущего. Вместе с тем, сегодня, в условиях эскалации антиросийских настроений и введенных санкций,

международное сотрудничество находится под угрозой даже не развития, а сохранения. Исходя из этого, целью статьи авторы видят в проведении анализа влияния санкционных ограничений против России на состояние и перспективы международного сотрудничества в сфере высшего образования.

Условия, материалы и методы. Исследование базируется на использовании ряда концепций, применимых к сфере образования: меритократической концепции, ключевой идеей которой является индивидуализация образования и построение гибкой индивидуальной образовательной траектории; консьюмеристской концепции, основанной на принятии образования как услуги и утверждающей неоспоримое влияние межвузовской конкуренции на повышение качества преподавания, разнообразие образовательного контента и гибкую модель его освоения, совершенство образовательных технологий; концепции университетов, провозглашающую примат принципов академической свободы и ответственности, единства преподавания и исследования – принципов, лежащих в основе исследовательского университета; элитарной концепции, раскрывающей подходы к фундаментальному обучению элит общества, доступного для состоятельных клиентов. Методы структурного, системного и компаративного анализа, социологический метод, метод рейтингов, метод визуализации, примененные к анализу научных публикаций, результатов



Рис. 1 – Мнения родителей, желающих направить своих детей на учебу за границу

социологических опросов, данных аналитических агентств, позволили получить результаты, подтверждающие гипотезу авторов, что при негативном влиянии санкционных ограничений на вытеснение России из международного образовательного сообщества сотрудничество в сфере реализации международных программ будет сохранено с теми партнерами, которые ценят незыблемость ценностей образования и ограждают его от политического влияния.

Результаты и обсуждение

Формирование новой модели международного высшего образования, набиравшего популярность в последние годы, встретилось с рядом вызовов, в числе которых влияние перманентно развивающейся пандемии новой коронавирусной инфекции и усложняющаяся геополитическая обстановка, связанная с ситуацией на Украине. Данные обстоятельства требуют осмысления важности международной интеграции в области получения высшего образования, оценки институциональных приоритетов в образовательной политике, перспектив дальнейшего сотрудничества образовательных организаций в мировом образовательном пространстве.

Осмысление важности международной интеграции высшей школы следует начать,

прежде всего, с постижения целей обучения в зарубежном вузе.

Безусловно, основным предназначением получения образования за рубежом – вне зависимости от срока обучения (онлайн-семестр или полный срок обучения) – должно стать овладение обучающимися академическими знаниями и практикоориентированными компетенциями [2]. Но, как показывают опросы обучающихся, для них не менее важным является и получение иммерсивных впечатлений от страны пребывания, что далеко выходит за рамки обучения, но с другой стороны, позволяет глубже понять культуру страны, во многом определяющих и подходы к организации обучения [3]. Поскольку в выборе вуза и места обучения ключевую роль играют родители обучающихся, будет показательным представить их мнение относительно выбора зарубежного (рисунок 1) или российского (рисунок 2) вуза.

В списке стран, наиболее привлекательных для обучения российских студентов, Великобритания (38%), Германия (19%), США (16%).

Общепринятыми требованиями к освоению образовательных программ в рамках международного образования следует считать:

- обеспечивать освоение актуальных академических знаний и компетенций в рамках реализуемой образовательной программы



Рис. 2 – Мнения родителей, не желающих направить своих детей на учебу за границу

и сферы их практического применения или планируемой научной карьеры;

- быть устойчивыми в условиях внешней турбулентности, как то пандемия COVID-19 или иные кризисные явления разного генеза;

- гарантирование высокого качества, надежности и безопасности обучения, рассматривая последнее требование как защиту от угроз разного характера, включая морально-психологический;

- обогащать образовательный контент достижениями международного научного сообщества, не ограничиваясь исключительно результатами национального научного сообщества;

- поощрять обучающихся к переносу полученных знаний в свою страну и их интеграции в дальнейшую образовательную, научную, практическую сферы;

- обеспечивать более широкую доступность для освоения образовательных программ для студентов, учитывая при этом их ресурсную состоятельность обучения, подготовленность для освоения образовательного контента, возможность гибкого формата обучения и иные обстоятельства;

Реализация данных требований обеспечивает академические преимущества обучения на образовательных программах зарубежных вузов, которые обеспечиваются, во-первых, за счет отбора высококвалифицированного профессорского состава на данные программы. Высокая квалификация профессором, признанных мировым научным сообществом, обеспечивает разработку оригинального образовательного контента в своей области знаний и создания авторской, инклюзивной, интернациональной образовательной программы с открытым доступом к материалам разных стран [4].

Во-вторых, в полном объеме реализуется студентоцентричный подход к организации обучения посредством реализации различных моделей фасилитации в форматах оффлайн, онлайн или гибридного взаимодействия, обеспечивающих охват всего студенческого контингента, а использование электронных образовательных платформ создает среду постоянного общения по принципу 24/7. Учебная нагрузка профессором, учитывающая значимую долю общения со студентами и изучения опыта иностранных студентов, делает возможным больше времени уделять проведению собственных исследований, результаты кото-

рых интегрируются в реализуемые образовательные программы. Интерактивный характер организации занятий позволяет студентам не только взаимодействовать между собой, но и предоставляет им возможность становиться соведущими дискуссий преподавателей, что способствует, кроме формирования ряда компетенций, включая культуру поведения в научной дискуссии, глубокому межкультурному обучению [5].

В-третьих, студенты получают огромный образовательный опыт, становясь участниками нового сообщества и частью общей учебной среды из представителей многих стран мира, приобретая опыт взаимодействия в мультикультурной среде.

Образовательная организация, реализующая программы международного обучения, получает также массу преимуществ: укрепление своего бренда на международном рынке образования, консолидация сотрудничества с вузами-партнерами, стимулирование студентов к получению международного опыта в рамках осваиваемой образовательной программы, помощь в получении всемирного признания работающим на программе аффилированным преподавателям [6]. Вместе с тем образовательная организация несет и высокую ответственность за обеспечение гарантии качества образовательной программы и ее академической целостности, контроль которой проводится собственными экспертами, что позволяет ее оперативно актуализировать.

Безусловно, не каждый вуз, реализующий международные образовательные программы, обеспечивает их высокое качество. Ориентироваться в многочисленных предложениях помогает, например, рейтинг вузов. Так, согласно QS Rankings в числе первой десятки наиболее предпочтительных университетов мира занимают американские вузы (таблица 1).

Основными целевыми странами, привлекательными для обучения иностранных студентов, остаются Германия, Австралия, Великобритания, Канада и США. Анализируя контингент иностранных студентов данных стран, следует отметить, что к началу 2021-2022 учебного года он практически восстановился после пандемийного спада – пандемия COVID-19 стала мощнейшим фактором, вызвавшим ограничения студенческой мобильности.

По окончании пандемийных ограничений

Таблица 1 – Рейтинг университетов мира

2020	2021	2022	Университет	Страна
1	1	1	Массачусетский технологический институт	США
4	5	2	Оксфордский университет	Великобритания
2	2	3	Стэнфордский университет	США
7	7	4	Кембриджский университет	Великобритания
3	3	5	Гарвардский университет	США
5	4	6	Калифорнийский технологический институт	США
9	8	7	Имперский колледж Лондона	Великобритания
6	6	8	Швейцарская высшая техническая школа Цюриха	Швейцария
8	10	8	Университетский колледж Лондона	Великобритания
10	9	10	Чикагский университет	США

австралийские университеты открылись иностранным студентам лишь к середине декабря 2021 года, когда многие иностранные абитуриенты уже определились с выбором вуза другой страны до начала учебного года, что привело к снижению иностранного контингента университетов Австралии. Так, из 260 000 студентов с действующими студенческими визами в Австралию сохранилось лишь 50%, поскольку они прибыли в страну до начала пандемии, а из 120 000 студентов КНР сохранилась только одна треть [7]. В настоящее время правительство Австралии предпринимает меры по восстановлению привлекательности своих вузов для иностранных студентов: упрощается выдача виз, оказывается содействие трудоустройству после завершения учебы.

Потерю иностранного контингента, как и Австралия, испытывают и США, поскольку также страной вводились ограничения на въезд иностранных студентов в период пандемии COVID-19 [8]. Так, по итогам 2020 года 53% иностранных студентов обучались за пределами США, а в 2021 году этот процент сократился до 35%, т.е. видна позитивная тенденция роста контингента иностранных студентов.

В отличие от Австралии и США, правительство Великобритании в период пандемии сохраняло открытость границ для иностранных студентов, что позволило сохранить их число в своих университетах во времена пандемии. Более того, к началу 2021-2022 учебного года в стране зафиксировано самое большое количество выданных студенческих виз за всю историю – 430 000. Но на представительство стран в студенческом контингенте оказал влияние экономико-политический фактор: Brexit и изменение стоимости обучения повлияло на снижение в 2021-2022 учебном году более чем на половину (56%) числа европейских студентов. При этом осуществляются попытки привлечения на учебу студентов других стран, например, из Индии.

Позитивная динамика числа выданных студенческих виз иностранным студентам отмечена и в Канаде: в 2021 году выдано вдвое больше виз по сравнению с предыдущим годом – 175 000, но существенно меньше по сравнению с допандемийным 2019 годом (280 000 виз).

Достаточно привлекательной для иностранных студентов всегда была и Германия, демонстрирующая устойчивый рост их числа особенно в последнее десятилетие. Так, в 2019 году в немецких университетах проходили обучение более 330 000 иностранных студентов, что на 50 тысяч превышает канадский контингент. При этом влияние пандемии на устойчивую динамику числа иностранных студентов не проявилось, поскольку Германия, как и Великобритания, не вводила ограничений на въезд в страну студентов из других государств.

Рассматривая международное образование как новую парадигму в образовании [9], нель-

зя абстрагироваться от прогнозирования будущего глобального рынка образования, которое должно оставаться доступным и совместным, и нельзя исключать из внимания факторы, оказывающие критическое воздействие на его перспективы [10]. Одним из таких критических факторов стал геополитический, оказывающий прямое влияние на участие российских вузов в глобальном образовательном пространстве.

Согласно неофициальным данным (официальная статистика по числу российских студентов, обучающихся за рубежом, не ведется), ежегодно от 1% до 1,5% российских студентов отправляются на учебу в зарубежные вузы. Если брать общее количество школьников, студентов и молодых специалистов, то число обучающихся за рубежом в настоящее время составляет около 300 тысяч, в допандемийный период ежегодно уезжали на обучение около 70 тысяч человек.

Учитывая сложную геополитическую обстановку, связанную с негативной оценкой правительств США и западных стран специальной военной операции России на Украине, российские студенты оказались в крайне непростой ситуации: закрыты авиасообщения с Россией, на российские банки наложены санкции, поступают угрозы отчисления. Трудности испытывают не только российские студенты, обучающиеся за рубежом, но и иностранные студенты, проходящие обучение в вузах других стран (ярким примером может служить ситуация, связанная с индийскими студентами на Украине).

На фоне резкого ухудшения международной обстановки в Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации разрабатываются меры поддержки российским студентам, обучающимся в зарубежных вузах, а также студентам из Луганской и Донецкой Народных республик, оказавшимся после эвакуации на территории РФ. Ключевым решением помощи российским студентам, возвращающимся на

Родину, стала гарантия продолжения их обучения в ведущих вузах страны, в числе которых: МГУ им. М.В. Ломоносова, СПбГУ, НИУ ВШЭ, МИФИ, МФТИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Санкт-Петербургский политехнический университет и другие.

Так, в НИУ ВШЭ поступили обращения о переводе от 30 российских студентов, проходящих обучение в университетах Австрии, Германии, Испании, Нидерландов, Польши, Словении, США, Чехии, Франции. Заявление каждого студента будет рассматриваться индивидуально для определения образовательной программы, удобной формы прохождения аттестационных испытаний. Все обратившиеся студенты будут обучаться за счет бюджетных средств или средств университета. Первые студенты уже зачислены. Кроме этого, всем студентам, испытывающим в текущей ситуации жизненные сложности, будет оказана соответствующая помощь (психологическая, социальная, юридическая) –

для этих целей создан специальный ситуационный центр.

Вместе с тем сложившаяся ситуация вокруг российских студентов, обучающихся на партнерских программах с зарубежными вузами, остается в целом достаточно спокойной. Так, студенты НИТУ «МИСиС» в настоящее время продолжают обучение в обычном режиме в университетах Германии, Италии, Польше, Чехии и Норвегии. Студентам Тюменского государственного университета, которые завершили обучение в немецких вузах по программе «семестр за рубежом», но не смогли выехать из Германии по причине закрытия воздушного пространства, при содействии немецкой стороны продлены визы, предоставлена возможность обучения еще в течение одного семестра с проживанием в общежитиях. Не известно ни одного случая отчисления из зарубежных вузов и более чем 50 студентов РУДН. Данные факты вселяют надежду, что знания останутся вне политики.

В условиях эскалации международной обстановки, запрета ряда государств на авиационное сообщение с Россией и их рекомендаций покинуть территорию нашей страны достаточно сложно спрогнозировать судьбу иностранных студентов, обучающихся в российских вузах. В случае выезда иностранных студентов из России остается шанс продолжить обучение в онлайн-формате, опыт которого приобретен в пандемию и оценивался как эффективный инструмент обучения в условиях ограничений. Так, в НИТУ «МИСиС» 25% всего контингента обучающихся приходится на студентов из 85 стран мира. Все они продолжают обучение в вузе, исключение составляют французские студенты, покинувшие Россию, но продолжающие обучаться дистанционном режиме. Массового отъезда не наблюдается и в Тюменском государственном университете: из 2 тысяч иностранных студентов, представляющих 25 стран, покинуло страну несколько студентов из стран ЕС и Японии. Дополнительно к дистанционным технологиям администрации российских вузов предлагают и оформление академического отпуска. Так поступают, например, в НИУ ВШЭ, РУДН.

Кроме того, напряженная геополитическая ситуация может затронуть также и профессорско-преподавательский состав российских вузов, долгие годы стремившийся стать интернациональным. Сегодня известны случаи прекращения отношений иностранных коллег с российскими университетами по рекомендации консульств: возвращение на Родину, отказ от участия в научных конференциях, совместных проектах и научных публикациях, членства в редакционных коллегиях научных журналов и проч. Это не может не отразиться на изменении кадровой политики образовательных организаций: место иностранных коллег займут российские специалисты, что означает усиление без того достаточно высокой конкуренции за квалифицированных сотрудников. В этих условиях вновь будет актуализироваться

задача подготовки научно-педагогических кадров по аспирантским программам, которые так и не получили своей привлекательности для молодежи.

Следованию ранее упомянутому принципу «знания вне политики» призывают не только российские ученые, но ряд их прогрессивных коллег из зарубежных вузов. Так, пятеро ученых из США, Канады и Великобритании в журнале *Science* опубликовали письмо с призывом продолжать сотрудничество с российскими коллегами: «Прекращение любого взаимодействия с российскими учеными стало бы серьезным препятствием для множества западных и глобальных интересов и ценностей, которые включают достижение быстрого прогресса в решении глобальных проблем, связанных с наукой и технологиями, поддержание неидеологических линий связи через национальные границы и противодействие идеологическим стереотипам и неизбирательным преследованиям».

Вселяет определенную надежду на сохранение академического сотрудничества с Россией и совместное заявление президента Немецкой конференции ректоров и президента Немецкой службы академических обменов, в котором говорится, что в университетах не должно быть проявления ксенофобии, национализма и изоляции. Однако под давлением правящих партий социал-демократов, зеленых, свободных и христианских демократов в день начала специальной военной операции на Украине ряд молодых российских выпускников были исключены из Международной парламентской стипендии – программы стажировки, проводимой федеральным парламентом Германии и открытой для выпускников из 42 стран, включая Россию. По этой причине пятеро российских стипендиатов этой программы не имеют возможности приехать в Германию и прекращено рассмотрение заявок от россиян. Данный факт подтверждает рассогласованность позиций академического сообщества и политических элит в сохранении ценностей высшего образования, что требует консолидации всех прогрессивных сил в отстаивании прав человека, в числе которых право на образования, не терпящее никаких дискриминаций.

Выводы. Таким образом, проведенный анализ показал, что сфера высшего образования, как часть глобального социума, демонстрирует стремление следовать основным трендам его развития, в числе которых вектор на глобализацию. Вместе с тем, на реализацию международного сотрудничества образовательных организаций разных стран ощущается достаточно сильное воздействие внешних факторов, способных влиять на качество образования. Сохранение незыблемых ценностей образования, среди которых студентоцентрированность, толерантность, открытость, доступность, академическая свобода и ответственность, независимость от политических событий, следует считать индикатором качества образования в эпоху потрясений.

Литература

1. Филиппов В.М. Интернационализация высшего образования: основные тенденции, проблемы и перспективы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Международные отношения. 2015. Т. 15, №3. С. 203-211.
2. Седунова С.Ю. Трансграничное образование: теория и практика, возможность и реальность // Вестник Псковского государственного педагогического университета. – 2011. - №13. – С. 204-209.
3. Романовская О.Е., Ильина Д.М. Социокультурная адаптация иностранных студентов в российском вузе в контексте академической мобильности // Поволжский педагогический поиск. - 2019. - № 2(28). - С.62-68. DOI: 10.33065/2307-1052-2019-2-28-62-68.
4. Маркова Т.С., Цаболова О.Р. Интернационализация мирового рынка образовательных услуг // Вестник университета. – 2013. - № 22. – С. 187-190.
5. Груздева О.В., Старосветская Н.А. Адаптация иностранных студентов в системе вузовского образования // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. - 2016. - № 1(35). С. 133-142.
6. Кейк-Франсен Д. Практики успешности студентов: от очного обучения к масштабному и обратно // Вопросы образования / Educational Studies Moscow. – 2018. – № 4. – С. 116-138. DOI: 10.17323/1814-9545-2018-4-116-138.
7. Опыт Казанского ГАУ в подготовке инженерных и научных кадров для цифрового сельского хозяйства / А.Р. Валиев, Б.Г. Зиганшин, А.В. Дмитриев [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4 (29). – С. 434-442.
8. Зиганшин, Б.Г. Участие бизнес-сообщества в подготовке инженерных кадров / Б.Г. Зиганшин, С.М. Яхин, А.В. Дмитриев // Современные исследования основных направлений гуманитарных и естественных наук : сборник научных трудов международной научно-теоретической конференции, Казань, 02–03 марта 2017 года / Казанский кооперативный институт (филиал) АНО ОВО ЦС РФ «Российский университет кооперации». – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "Печать-Сервис-XXI век", 2017. – С. 222-224.
9. Профессионально-общественная аккредитация образовательных программ сельскохозяйственного профиля: опыт и перспективы / Д.И. Файзрахманов, Ф.Т. Нежметдинова, А.Р. Валиев [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2017. – 194 с.
10. Mok K.H., Xiong W., Ke G., Cheung J.O. Impact of COVID-19 Pandemic on International Higher Education and Student Mobility: Student Perspectives from Mainland China and Hong Kong // International Journal of Educational Research. 2021. Vol. 105. No 3. Art. No 101718. doi:10.1016/j.ijer.2020.101718.
11. Onyema E.M., Sharma A., Nwafor C.E., Fyनेface A.G., Edeh E.C. Impact of Coronavirus Pandemic on Education // International Journal of Education and Practice. 2020. Vol.11, No.13. P. 108-121. DOI:10.7176/IJEP/11-13-12.
12. Kromydas T. Rethinking higher education and its relationship with social inequalities: Past knowledge, present state and future potential // Palgrave Communications. 2017. Vol. 3, N 1. Mode of access: <https://www.nature.com/articles/s41599-017-0001-8>.
13. Kosaretsky S., Zair-Bek S., Kersha Y., Zvyagintse R. General Education in Russia during COVID-19: Readiness, Policy Response, and Lessons Learned. Primary and Secondary Education during COVID-19. Disruptions to Educational Opportunity during a Pandemic (ed. F.M. Reimers), Cham, Switzerland: Springer, 2022. P. 227–261.

Сведения об авторах:

Марина Алексеевна Измайлова – доктор экономических наук, доцент, профессор Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, e-mail: m.a.izmailova@mail.ru.
 Евгения Юрьевна Корнева – кандидат технических наук, руководитель представительства ООО «Русский Регистр — Балтийская инспекция» в Москве, программы Ассоциации по сертификации «Русский Регистр» по независимым оценкам качества образования, e-mail: ekorneva@inbox.ru.
 Зиганшин Булат Гусманович – доктор технических наук, профессор, профессор РАН, ФГБОУ ВО Дмитриев Андрей Владимирович – кандидат технических наук, доцент, e-mail: avd-work@mail.ru.
 Марданов Рамис Хазиахматович – кандидат технических наук, доцент, e-mail: m.ramis@bk.ru
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

INTERNATIONAL HIGHER EDUCATION: QUALITY PROBLEMS AND DEVELOPMENT PROSPECTS
M.A. Izmaylova, E.Y. Korneva, B.G. Ziganshin, A.V. Dmitriev, R. Kh. Mardanov

Abstract. Currently, characterized by unprecedented anti-Russian sanctions restrictions, issues of functioning of all spheres of human activity are acute. The sphere of higher education was no exception. The agenda of economic and educational forums increasingly includes issues of ensuring the quality of higher education in the context of globalization processes, discussing the prospects for the implementation of international educational programs, analyzing the current state of international student mobility and ways to expand it to cover new areas of education, compliance of higher education with global humanistic values. In the context of globalization processes, quality issues in the field of higher education are of particular importance due to a group of factors, including: the massization of higher education, the development of cross-border education and the expansion of its opportunities due to the new forms and technologies of education, the popularization and expansion of the availability of international educational programs, the strengthening of competition of educational organizations for foreign applicants as sources of funding, etc. The effect of these factors in the international educational space, on the one hand, requires compliance with uniform standards, which include European standards and recommendations for quality assurance of higher education in the European Space (ESG-QA), on the other – may lead to a decrease in educational standards, including under the influence of external factors of the so-called insurmountable strength. We are talking about the impact of COVID-19 and the escalating geopolitical situation on the stability of international partnerships and the preservation of the principles formalized in a series of global documents on quality assurance of higher education, and the enduring universal values.

Key words: education, higher education, quality of education, academic mobility, international students, international educational programs, COVID-19, sanctions, geopolitical situation.

References

1. Filippov VM. [Internationalization of Higher Education: main trends, problems and prospects]. Vestnik Rossiiskogo

- universiteta družby narodov. Seriya: Mezhdunarodnye otnosheniya. 2015; Vol.15. 3. 203-211 p.
2. Sedunova SYu. [Cross-border education: theory and practice, opportunity and reality]. Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2011; 13. 204-209 p.
3. Romanovskaya OE, Il'ina DM. [Socio-cultural adaptation of foreign students in a Russian university in the context of academic mobility]. Povolzhskii pedagogicheskii poisk. 2019; 2 (28). 62-68 p. DOI: 10.33065/2307-1052-2019-2-28-62-68.
4. Markova TS, Tsabolova OR. [Internationalization of the world market of educational services]. Vestnik universiteta. 2013; 22. 187-190 p.
5. Gruzdeva OV, Starosvetskaya NA. [Adaptation of foreign students in the system of higher education]. Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P.Astaf'eva. 2016; 1 (35). 133-142 p.
6. Keiek-Fransen D. [Practices of student success: from full-time to large-scale education and vice versa]. Voprosy obrazovaniya. Educational Studies Moscow. – 2018; 4. 116-138 p. DOI: 10.17323/1814-9545-2018-4-116-138.
7. Valiev AR, Ziganshin BG, Dmitriev AV. [The experience of Kazan State Agrarian University in the training of engineering and scientific personnel for digital agriculture]. Innovatsii v sel'skom khozyaistve. 2018; 4 (29). 434-442 p.
8. Ziganshin BG, Yakhin SM, Dmitriev AV. [Participation of the business community in the training of engineering personnel]. Sovremennye issledovaniya osnovnykh napravlenii gumanitarnykh i estestvennykh nauk: sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy nauchno-teoreticheskoy konferentsii, Kazan', 02–03 marta 2017 goda. Kazanskii kooperativnyi institut (filial) ANO OVO TsS RF "Rossiiskiy universitet kooperatsii". Kazan': OOO "Pechat'-Servis-XXI vek". 2017; 222-224 p.
9. Fayzrakhmanov DI, Nezhetdinova FT, Valiev AR. Professional'no-obshchestvennaya akkreditatsiya obrazovatel'nykh programm sel'skokhozyaistvennogo profilya: opyt i perspektivy. [Professional public accreditation of agricultural educational programs: experience and prospects]. Kazan' : Kazanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. 2017; 194 p.
10. Mok KH, Xiong W, Ke G, Cheung JO. Impact of COVID-19 pandemic on International higher education and student mobility: student perspectives from Mainland China and Hong Kong. International Journal of Educational Research. 2021; Vol.105. 3. Art. No 101718. doi:10.1016/j.ijer.2020.101718.
11. Onyema EM, Sharma A, Nwafor CE, Fyeface AG, Edeh E.C. Impact of coronavirus pandemic on education. International journal of education and practice. 2020; Vol.11. 13. P. 108-121. DOI:10.7176/JEP/11-13-12.
12. Kromydas T. Rethinking higher education and its relationship with social inequalities: Past knowledge, present state and future potential. Palgrave Communications. 2017; Vol.3. 1. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41599-017-0001-8>.
13. Kosaretsky S, Zair-Bek S, Kersha Y, Zvyagintse R. General education in Russia during COVID-19: Readiness, policy response, and lessons learned. Primary and secondary education during COVID-19. Disruptions to educational opportunity during a Pandemic (ed. F.M. Reimers), Cham. Switzerland: Springer. 2022; 227-261 p.

Authors:

Izmaylova Marina Alekseevna – Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of Financial University under the Government of the Russian Federation, e-mail: m.a.izmailova@mail.ru.

Korneva Evgeniya Yuryevna – Ph.D. of Technical sciences, Head of Office of Russian Register - Baltic Inspection in Moscow, Head of the Programs on Independent Assessments of Education Quality of the Certification Association Russian Register, e-mail: ekorneva@inbox.ru.

Ziganshin Bulat Gusmanovich - Doctor of Technical sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia, e-mail: zigan66@mail.ru

Dmitriev Andrey Vladimirovich – Ph.D. of Technical sciences, Associate Professor, Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia, e-mail: avd-work@mail.ru.

Mardanov Ramis Khaziakhmatovich – Ph.D. of Technical sciences, Associate Professor, Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia, e-mail: m.ramis@bk.ru

**СТОИМОСТНОЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭКОНОМИКИ ОРГАНИЗАЦИЙ
С.Ю. Ильин**

Реферат. Подготовленная статья посвящена исследованию категории «устойчивость» применительно к деятельности юридических лиц (организаций), в основу которой положена стабильность идентифицируемых ее качественных показателей. Цель такого исследования заключается в предложении автором перечня показателей и методик их исчисления для получения организациями объективной информации о развитии (функционировании) осуществляемых ими видов деятельности (экономики) в статике и динамике, помогающей разрабатывать наиболее эффективные хозяйственные мероприятия. Для ее достижения автором выбран стоимостной (денежный) подход к оценке устойчивости функционирования экономики организаций. Отданный ему приоритет обусловлен доминированием товарно-денежных отношений во всех отраслях национальной и мировой экономики, в том числе в аграрном секторе (одной из важнейших сфер народного хозяйства любого государства), и универсальным свойством денежных измерителей, проявляющемся во всеобщей эквивалентности учета и анализа хозяйственных операций. В состав статических показателей включены результативность и затратность, характеризующие эффективность функционирования экономики за конкретный временной интервал, а в состав динамических показателей – изменения под их воздействием результата и затрат за ряд временных интервалов, означающих извлекаемую организациями от этого процесса финансовую выгоду, определяющие хозяйственные перспективы (конкурентоспособность) в долгосрочном периоде. При построении методик исчисления таких показателей использован расчетно-конструктивный метод в сочетании с математическим анализом и логарифмированием. В своем единстве они дают точные параметры рассчитываемых показателей. Методики, сформированные через выбранные методы, апробированы на примере одной из сельскохозяйственных организаций (ООО «СХП «Москва»), в чем есть практическая значимость исследования. На материалах данной организации проведен анализ показателей, сделаны выводы и рекомендованы направления повышения устойчивости функционирования ее экономики.

Ключевые слова: организации, устойчивость функционирования, результативность, затратность, изменение результата, изменение затрат.

Введение. Устойчивость представляет собой ядро развития экономики всех хозяйствующих субъектов независимо от уровня функционирования и иных классификационных признаков, поскольку содержание данной категории определяет стабильность качественных (интенсивных) показателей, причисляемых к индикаторам конкурентоспособности, влияющей на тактические и стратегические планы (замыслы) руководства по получению предельных (максимальных) текущих и перспективных желаемых результатов деятельности с наименьшими (минимальными) явными и неявными затратами (издержками, связанными с ресурсным потреблением) [4, 5, 6]. По уровню ее показателей они рассчитывают степень реализации своего потенциала и размер извлекаемой выгоды без несения альтернативных или вмененных потерь, выражающихся в упущении полноценных доходов, прибыли и перерасходе средств вследствие принятия неоптимальных решений по выполнению хозяйственных операций, существенно сказывающихся на уязвимости конкурентных позиций и лидерской прочности в занимаемых сегментах [2, 10]. В силу выделенных и поясненных выше фактов автором выбрана тема, предметом исследования которой является оценка устойчивости функционирования экономики юридических лиц (организаций) на основе стоимостного (денежного) подхода на примере одной из сельскохозяйственных организаций

[3, 11, 12]. Предпочтение исследуемого предмета обосновывается тем, что, во-первых, организации в отличие от большинства индивидуальных предпринимателей (физических лиц) более диверсифицированы по масштабам осуществляемой деятельности и выполняемой миссии, во-вторых, особой ролью аграрного сектора для всех государств (стран), важность которой, прежде всего, в обеспечении их населения продовольственной продукцией (первичным источником жизнедеятельности общества), в-третьих, товарно-денежные отношения в мировом сообществе почти полностью вытеснили натуральные отношения между экономическими субъектами, и денежные измерители при учете и анализе хозяйственных операций обладают свойством всеобщего эквивалента оценки результата и затрат [1, 13, 14]. Исходя из актуальности темы и аргументирования выбора ее предмета, проведем анализ устойчивости функционирования конкретной организации (объекта исследования), занятой в сельском хозяйстве, и проанализируем устойчивость функционирования ее экономики с помощью предложенных авторских показателей и методик их оценки с помощью подхода, опирающегося на стоимостные параметры.

Условия, материалы и методы исследования. Цель исследования состоит в предложении перечня и методик исчисления показателей оценки устойчивости функционирования экономики организаций с авторской пози-

ции, помогающих им получать объективную информацию о соответствующих конечных (результатирующих) индикаторах и принимать меры, направленные на оптимизацию финансовой выгоды. Задачи исследования: определение промежуточных (факторных) индикаторов, влияющих на конечные индикаторы, синтезирова положения из отечественных и зарубежных научных публикаций, анализ степени их воздействия на рассчитываемые параметры и рекомендация направлений (путей) повышения устойчивости функционирования исследуемого объекта. Для решения задач применим расчетно-конструктивный метод в комбинации с математическим анализом и логарифмированием, дающих в своем единстве точные параметры исчисляемых показателей. Среди сельскохозяйственных юридических лиц для исследования, согласно подходу к оценке устойчивости функционирования экономики организаций, подходит ООО «СХП «Москва», расположенное в Республике Марий Эл, отличающееся специализацией на широкой номенклатуре хозяйственных операций в отличие от многих подобных ему субъектов этой значимой отрасли. По составленной ею финансовой отчетности, послужившей формализованным материалом для исследования, рассчитаем интересующие показатели и проанализируем их параметры за период 2018-2020 гг., в течение которых она наиболее активно осуществляла свою деятельность.

Анализ и обсуждение результатов исследования. Оценивать показатели устойчивости функционирования экономики организаций нужно в состоянии статики и динамики. Первая группа показателей раскрывает их уровень качества развития экономики за конкретный временной интервал (в нашем случае, за год), вторая группа показателей – хозяйственные перспективы (конкурентоспособность) в долгосрочном периоде (в нашем случае, за 3 года). Обе группы комплементарны, потому что по статическим показателям организации определяют результативность и затратность, а по динамическим показателям изменение результата и изменение затрат своей деятельности в зависимости от приращения (изменения) результативности и затратности [7, 9]. Применение такой системы для оценки показателей устойчивости целесообразно, поскольку она отвечает классическим постулатам трактовки прямой и косвенной эффективности деятельности (главных статических индикаторов (индексов) качества ведения экономики) и их непосредственного и опосредованного влияния на финансовую выгоду от ее осуществления, то есть на прямую и косвенную интенсификацию хозяйственных процессов (главных динамических индикаторов качества ведения экономики) и, тем самым, обеспечивает комплексный и системный анализ стратегических и тактических возможностей организаций, исключая дискретность антикризисных действий.

Далее произведем отбор результирующих и факторных статических и динамических показателей устойчивости функционирования экономики организаций. Ориентируясь на денежные измерители, придерживаясь аргументированной ранее позиции в пользу стоимостного подхода, в статическом временном интервале суммарный результат будем оценивать по совокупным денежным поступлениям от базовых (операционных и арендных) и подкрепляющих (долгосрочных и краткосрочных инвестиционных) операций. Тогда затраты логично оценивать по касающимся этих операций денежным платежам. В свою очередь, сопоставлении денежных поступлений и денежных платежей организаций в прямом и косвенном выражении даст параметры результативности и затратности их экономики в состоянии статики. Изменения же результативности и затратности денежных потоков в течение нескольких временных интервалов (нашем случае, за период 2018-2020 гг.) вызовет изменения размеров денежных поступлений и денежных платежей в состоянии динамики.

Используя комбинацию подходящих для исследования методов, построим методики исчисления статических и динамических показатели устойчивости функционирования экономики организаций, предусматривающие симбиоз всех типов расчетных зависимостей, предающих целостность и органичность результирующим и факторным индикаторам. Более того, комплементарность математического анализа и логарифмирования приводит расчеты не только к точности, но и взвешенности аддитивных вычислений при определении весовой значимости динамики прямых и косвенных факторных показателей.

Руководствуясь задействованными формализованными зависимостями, сформируем статические показатели устойчивости функционирования экономики организаций (формулы (1), (2)):

$$PT_{\text{эо}} = \ln|\sum P_{\text{дпсi}}| \sqrt{\frac{\sum P_{\text{дпсi}}}{\sum Z_{\text{дпi}}}}, \quad (1)$$

где $PT_{\text{эо}}$ – совокупная результативность (прямой интегральный индекс устойчивости) экономики организаций;

$\sum P_{\text{дпсi}}$ – суммарные (интегральные) денежные поступления (итоговый результат) организаций, руб.;

$\sum Z_{\text{дпi}}$ – совокупные (интегральные) денежные платежи (итоговые затраты) организаций, руб.;

$\ln|\sum P_{\text{дпсi}}|$ – скорректированная на логарифмический параметр совокупная результативность экономики организаций;

$$ZT_{\text{эо}} = \ln|\sum Z_{\text{дпi}}| \sqrt{\frac{\sum Z_{\text{дпi}}}{\sum P_{\text{дпсi}}}}, \quad (2)$$

где $ZT_{\text{эо}}$ – совокупная затратность (косвенный интегральный индекс устойчивости) экономики организаций;

$\sum Z_{\text{дпi}}$ – совокупные (интегральные)

Таблица 1 – Статические показатели устойчивости функционирования экономики ООО «СХП «Москва» по результативности

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Денежные поступления от базовых операций, тыс. руб.	70730	86459	127434
Денежные поступления от операций с долгосрочными инвестициями, тыс. руб.	703	730	445
Денежные поступления от операций с краткосрочными инвестициями, тыс. руб.	3000	3285	2694
Суммарные денежные поступления, тыс. руб.	74433	90474	130573
Суммарные денежные платежи, тыс. руб.	77686	91118	108428
Результативность базовых операций	0,89	0,9	0,97
Результативность операций с долгосрочными инвестициями	0,03	0,04	0,11
Результативность операций с краткосрочными инвестициями	0,04	0,05	0,12
Совокупная результативность экономики	0,96	0,99	1,2

денежные платежи (итоговые затраты) организаций, руб.;

$\sum P_{dnci}$ – суммарные (интегральные) денежные поступления (итоговый результат) организаций, руб.;

$ln|\sum 3T_{dnci}|$ – скорректированная на логарифмический параметр совокупная затратность экономики организаций.

Рассчитаем по ним показатели результативности и затратности по данным отчетности ООО «СХП «Москва» за оговоренный период времени (табл. 1, 2).

Начнем вычисления с калькуляции показателей результативности экономики исследуемой организации отдельно по базовым операциям, операциям с долгосрочными и краткосрочными инвестициями и складывающегося из них суммарного итога. Подсчитав общие и частные параметры, в идентичной последовательности скалькулируем сначала частные показатели затратности, а потом ее итоговый показатель. Определив прямые и косвенные общие и частные параметры, проанализируем статистические показатели устойчивости функционирования экономики организации, отталкиваясь от изменений их уровней.

Полученные в ходе вычислений параметры свидетельствуют о повышении совокупной результативности (с 96 коп. до 1 руб., 20 коп. денежных поступлений в расчете на 1 руб. денежных платежей) и снижении совокупной затратности (с 1 руб., 4 коп. до 83 коп. денежных платежей в расчете на 1 руб. денежных

поступлений), что говорит о повышении эффективности и, значит, устойчивости функционирования экономики организации в целом. Однако, несмотря на общую положительную тенденцию очень важно отметить по-прежнему невысокий уровень ее статических показателей. Лишь в 2020 году наблюдается положительное сальдо денежных поступлений и денежных платежей, а в 2018 и 2019 годах оно отрицательное. При этом даже положительное сальдо за последний исследуемый год не гарантирует ей в будущем расширенное воспроизводство поскольку отдача от операционной деятельности при соотношении выручки и полных издержек на уровне 1,34 вместо 1,35-1,4 по нормативному критерию для сельскохозяйственных организаций. Причина таких недостатков кроется, прежде всего, в низкой эффективности подкрепляющих операций, причем как по долгосрочным, так и по краткосрочным инвестициям, иными словами, в несбалансированности их уровней с уровнями эффективности базовых операций.

Далее в табл. 3 рассчитаем динамические показатели устойчивости функционирования экономики организации и детализируем степень влияния на их параметры изменений значений статических показателей, определив интегральные эффекты, знаменующие извлечение (упущение) финансовой выгоды и экономии (перерасход) денежных ресурсов в процессе осуществления деятельности в течение исследуемого периода (формулы (3), (4)):

Таблица 2 – Статические показатели устойчивости функционирования экономики ООО «СХП «Москва» по затратности

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Денежные платежи от базовых операций, тыс. руб.	72174	73509	100411
Денежные платежи от операций с долгосрочными инвестициями, тыс. руб.	1949	16482	2857
Денежные платежи от операций с краткосрочными инвестициями, тыс. руб.	3563	1127	5160
Суммарные денежные платежи, тыс. руб.	77686	91118	108428
Суммарные денежные поступления, тыс. руб.	74433	90474	130573
Затратность базовых операций	0,97	0,81	0,77
Затратность операций с долгосрочными инвестициями	0,04	0,18	0,02
Затратность операций с краткосрочными инвестициями	0,03	0,01	0,04
Совокупная затратность экономики	1,04	1,01	0,83

Таблица 3 – Динамические показатели устойчивости функционирования экономики ООО «СХП «Москва» по результативности и затратности

Показатель	Изменение (2019 г. к 2018 г.) +, -	Изменение (2020 г. к 2019 г.) +, -	Интегральное изменение (2020 г. к 2018 г.) +, -	Эффект интегрального изменения результативности, тыс. руб. (2020 г. к 2018 г.)	Эффект интегрального изменения затратности, тыс. руб. (2020 г. к 2018 г.)
Результативность базовых операций	0,01	0,07	0,08	8032,88	х
Результативность операций с долгосрочными инвестициями	0,01	0,07	0,08	228,56	х
Результативность операций с краткосрочными инвестициями	0,01	0,07	0,08	412,8	х
Совокупная результативность экономики	0,03	0,21	0,24	8674,24	х
Затратность базовых операций	-0,16	-0,04	-0,2	х	-25486,8
Затратность операций с долгосрочными инвестициями	0,14	-0,16	-0,02	х	-8,9
Затратность операций с краткосрочными инвестициями	-0,02	0,03	0,01	х	26,94
Совокупная затратность экономики	1,02	-0,77	0,19	х	-25468,76

$$\Delta \Sigma P_{\text{дпсц}}(d(\Sigma PT_{\text{эоц}})) = \frac{\ln \left[\frac{d(\Sigma P_{\text{дпсц}})}{d(\Sigma Z_{\text{дпсц}})} \right]}{\ln \left[\frac{d(\Sigma P_{\text{дпсц}})}{d(\Sigma Z_{\text{дпсц}})} \right]} \sqrt{d(\Sigma PT_{\text{дпсц}}) * [F(\Sigma Z_{\text{дпсц}}) + \Delta \Sigma Z_{\text{дпсц}}]} \quad (3)$$

где $\Delta \Sigma P_{\text{дпсц}}(d(\Sigma PT_{\text{эоц}}))$ – изменение совокупного (интегрального) результата (суммарных денежных поступлений) за счет изменения прямого интегрального индекса устойчивости экономики организаций, руб.;

$\frac{\ln \left[\frac{d(\Sigma P_{\text{дпсц}})}{d(\Sigma Z_{\text{дпсц}})} \right]}{\ln \left[\frac{d(\Sigma P_{\text{дпсц}})}{d(\Sigma Z_{\text{дпсц}})} \right]}$ – скорректированный на логарифмический параметр изменение совокупного результата (суммарных денежных поступлений) за счет воздействия динамики отчетного прямого интегрального индекса устойчивости экономики организаций;

$d(\Sigma PT_{\text{дпсц}})$ – дифференцированная доля отчетного прямого интегрального индекса устойчивости экономики организаций;

$F(\Sigma Z_{\text{дпсц}})$ – базисные совокупные затраты (суммарные денежные платежи) организаций, руб.;

$\Delta \Sigma Z_{\text{дпсц}}$ – приращенная доля отчетных совокупных затрат (суммарных денежных платежей) организаций, руб.;

$$\Delta \Sigma Z_{\text{дпсц}}(d(\Sigma ZT_{\text{эоц}})) = \frac{\ln \left[\frac{d(\Sigma P_{\text{дпсц}})}{d(\Sigma Z_{\text{дпсц}})} \right]}{\ln \left[\frac{d(\Sigma P_{\text{дпсц}})}{d(\Sigma Z_{\text{дпсц}})} \right]} \sqrt{d(\Sigma ZT_{\text{дпсц}}) * [F(\Sigma P_{\text{дпсц}}) + \Delta \Sigma P_{\text{дпсц}}]} \quad (4)$$

где $\Delta \Sigma Z_{\text{дпсц}}(d(\Sigma ZT_{\text{эоц}}))$ – изменение совокупных (интегральных) затрат (суммарных денежных платежей) за счет изменения косвенного интегрального индекса устойчивости экономики организаций, руб.;

$\frac{\ln \left[\frac{d(\Sigma P_{\text{дпсц}})}{d(\Sigma Z_{\text{дпсц}})} \right]}{\ln \left[\frac{d(\Sigma P_{\text{дпсц}})}{d(\Sigma Z_{\text{дпсц}})} \right]}$ – скорректированный на логариф-

мический параметр изменение совокупных затрат (суммарных денежных платежей) за счет воздействия динамики отчетного косвенного интегрального индекса устойчивости экономики организаций;

$d(\Sigma ZT_{\text{дпсц}})$ – дифференцированная доля отчетного косвенного интегрального индекса устойчивости экономики организаций;

$F(\Sigma P_{\text{дпсц}})$ – базисный совокупный результат (суммарные денежные поступления) организаций, руб.;

$\Delta \Sigma P_{\text{дпсц}}$ – приращенная доля отчетного совокупного результата (суммарных денежных поступлений) организаций, руб.

Совокупная динамика результативности и затратности привела к интегральному извлечению организацией финансовой выгоды в части и получения дополнительных денежных доходов в размере более чем 8,6 млн. руб., и экономии денежных ресурсов в размере, близком к 25,5 млн. руб., но нельзя не принимать во внимание факт несущественности положительного влияния операций с краткосрочными инвестициями и факт отрицательного влияния операций с долгосрочными инвестициями на общий благоприятный итог ее деятельности. Если по краткосрочным инвестиционным операциям есть хотя бы незначительная денежная экономия, то по долгосрочным инвестиционным операциям пусть относительно небольшой, но все равно денежный перерасход затраченных средств, который в последующем временном интервале наверняка возрастет, исходя из высокой затратности относимых к ним капитальных активов.

Резюмируя итог проведенного анализа, автор предлагает организации активизировать

прочие виды деятельности, а именно осуществить трансформацию структуры их операций с долгосрочными инвестициями, в которой в авангарде должны быть не капитальные, а финансовые вложения в ликвидные ценные бумаги государственных корпораций, гарантирующие стабильные денежные поступления, которые можно использовать для покрытия расходов по созданию, приобретению, возведению объектов основных средств и возникающих в связи с кредитами и займами обязательств. Тогда ей удастся сбалансировать результативность и затратность и извлекать наибольшую финансовую выгоду за счет устранения альтернативных издержек.

Выводы. Стоимостной подход к оценке устойчивости функционирования экономики организаций воплощается во взаимодействии качественных показателей оперирования денежными потоками, рассчитываемых в статическом и динамическом временных интервалах. В статическом временном интервале оцениваются ресурсоотдача и ресурсоемкость денежных потоков, в динамическом временном интервале – прямой и косвенный эффекты от их изменений [8]. Данный подход при использовании подобранных под его реализацию методов имеет полное основание для применения в прикладных хозяйственных условиях, так как позволяет тотально систематизиро-

вать в точечном (статическом) и диапазонном (динамическом) исчислении причинно-следственные связи между результирующими и факторными показателями, благодаря универсальности свойств денежных измерителей, исключающих прерывность аналитических процедур, затрудняющую принятие монолитных решений по улучшению всей цепи индикаторов для оптимизации организациями своей общей экономической устойчивости и сбалансированности ее по структурным элементам. Разработанные авторские методики, апробированные на примере ООО «СХП «Москва», целиком отвечают его принципам и действующему хозяйственному механизму и потому имеют практическую значимость. Задействовав их в аналитических процедурах, организации смогут получать всестороннюю и точную информацию, содержащую объективные сведения о взаимосвязи промежуточных и конечных показателей устойчивости и своевременно выявлять критические параметры, сдерживающие экономическое развитие и сокращающие финансовую выгоду, не давая достигать ее предельных размеров, и правильно определять вектор совершенствования сформированного ранее хозяйственного механизма, обеспечивающий долгосрочные лидерские позиции в целевых сегментах.

Литература

1. Арошидзе А.А. Особенности подходов к пониманию экономической устойчивости в контексте устойчивого развития предприятий // Экономика, предпринимательство и право. 2021. Т. 11. № 4. С. 785-798.
2. Васин Н.С. Факторы, влияющие на устойчивость и функционирование предприятия // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 48. С. 47-49.
3. Ильин С.Ю., Остаев Г.Я., Клычова Г.С. Корпоративные финансы в современных условиях хозяйствования // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4 (60). С. 102-107.
4. Ковтун М.А. Обеспечение экономической безопасности в современных региональных условиях хозяйствования // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2018. № 4 (35). С. 77-78.
5. Лазарева Н.О. О понимании управления эффективностью деятельности предприятия // Экономический вестник Донбасса. 2015. № 2 (40). С. 105-109.
6. Лапшин В.С. Горбунова Н.В. Механизм формирования системы устойчивого развития предприятия // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. № 36. С. 65-68.
7. Мокеев В.В., Бунова Е.В. Анализ финансовой устойчивости предприятия методом собственных состояний // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2015. № 31. С.82-89.
8. Славинская М.А., Черкашина К.А., Саченок Л.И. Проблемные вопросы учета и контроля в условиях устойчивого экономического развития // Актуальные вопросы учета и управления в условиях информационной экономики. 2021. № 3. С. 287-291.
9. Солодкий Д.Т. Развитие анализа показателей рентабельности // Бухгалтерский учет и анализ (Беларусь). 2020. № 5 (281). С. 22-24.
10. Тростянский Д.В., Айдинова М.А. Оценка качества показателей состояния деловой среды Узбекистана // Экономика и финансы (Узбекистан). 2016. № 10. С. 4.
11. Corporate finance in the system of economic analysis management and intensification /Klychova G., Zakirova A., Ostaev G., Sokolov V., Nekrasova E.// E3S Web of Conferences. 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2021. Rostov-on-Don, 2021
12. Efficiency of corporate finance: formation of accounting and management tools /Klychova G., Zakirova A., Nigmatzyanov A., Nikitenko I., Ostaev G.// E3S Web of Conferences. 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2021. Rostov-on-Don, 2021.
13. Ostaev G.Ya., Shulus A.A., Mironova M.V., Smolin E.V. Accounting agricultural business from scratch: management accounting, decision making, analysis and monitoring of business processes // Amazonia Investiga. 2020. Т. 9. № 27. С. 319-332.
14. Ostaev G.Y., Khosiev B.N., Kubatieva L.M., Bestaeva L.I. Formation of a methodology for evaluating the internal control system in the agricultural business // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020. Т. 12. № 7 Special Issue. С. 2309-2317.

Сведения об авторе:

Ильин Сергей Юрьевич – кандидат экономических наук, доцент, e-mail: i.sergey777@gmail.com
 Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия

COST APPROACH TO SUSTAINABILITY ASSESSMENT THE
FUNCTIONING OF THE ECONOMY OF ORGANIZATIONS

S.Yu. Ilyin

Abstract. The prepared article is devoted to the study of the category of "stability" in relation to the activities of legal entities (organizations), which is based on the stability of its identifiable qualitative indicators. The purpose of such a study is to propose by the author a list of indicators and methods for calculating them for organizations to obtain objective information about the development (functioning) of their activities (economy) in statics and dynamics, which helps to develop the most effective economic measures. To achieve it the author has chosen a cost (monetary) approach to assessing the sustainability of the functioning of the economy of organizations. The priority given to it is due to the dominance of commodity-money relations in all sectors of the national and world economy, including in the agricultural sector (one of the most important spheres of the national economy of any state), and the universal property of monetary meters, manifested in the universal equivalence of accounting and analysis of economic transactions. The composition of static indicators includes result-effectiveness and expenses-effectiveness, characterizing the efficiency functioning of the economy over a specific time interval, and the composition of dynamic indicators – the change under their influence of the result and influence of the expenses over a number of time intervals, meaning the financial benefit derived by organizations from this process, determining economic prospects (competitiveness) in the long term. Upon the construction methods for calculating such indicators was used a rational-constructive method in combination with mathematical analysis and logarithm. In their unity they give the exact parameters of the calculated indicators. The methods formed through the selected methods have been tested on the example of one of the agricultural organizations (LLC "AE "Moscow"), in which there is a practical significance of the study. The analysis of indicators is carried out, conclusions made and the directions of increasing the stability of the functioning of its economy are recommended on the its materials.

Keywords: organizations, stability of functioning, result-effectiveness, expenses-effectiveness, change of the result, change of the expenses.

References

1. Aroshidze A.A. Features of approaches to understanding economic sustainability in the context of sustainable development of enterprises // *Economics, entrepreneurship and law*. 2021. Vol. 11. No. 4. pp. 785-798.
2. Vasin N.S. Factors influencing the sustainability of the development and functioning of the enterprise // *National interests: priorities and security*. 2014. No. 48. pp. 47-49.
3. Ilyin S.Yu., Ostaev G.Ya., Klychova G.S. Corporate finance in modern economic conditions // *Bulletin of Kazan State Agrarian University*. 2020. Vol. 15. No. 4 (60). pp. 102-107.
4. Kovtun M.A. Ensuring economic security in modern regional economic conditions // *Socio-economic management: theory and practice*. 2018. No. 4 (35). pp. 77-78.
5. Lazareva N.O. On understanding the performance management of the enterprise // *Economic Bulletin of Donbass*. 2015. No. 2 (40). pp. 105-109.
6. Lapshin V.S. Gorbunova N.V. The mechanism of formation of the system of sustainable development of the enterprise // *National interests: priorities and security*. 2015. No. 36. pp. 65-68.
7. Mokeev V.V., Bunova E.V. Analysis of the financial stability of an enterprise by the method of its own states // *Financial analytics: problems and solutions*. 2015. No. 31. pp.82-89.
8. Slavinskaya M.A., Cherkashina K.A., Sachenok L.I. Problematic issues of accounting and control in conditions of sustainable economic development // *Actual issues of accounting and management in the information economy*. 2021. No. 3. pp. 287-291.
9. Solodky D.T. Development of profitability indicators analysis // *Accounting and analysis (Belarus)*. 2020. No. 5 (281). pp. 22-24.
10. Trostyansky D.V., Aydinova M.A. Assessment of the quality of indicators of the state of the business environment of Uzbekistan // *Economics and Finance (Uzbekistan)*. 2016. No. 10. p. 4.
11. Corporate finance in the management system and intensification of economic analysis /Klychova G., Zakirova A., Ostaev G., Sokolov V., Nekrasova E.// E3S Web conferences. The 14th International Scientific and Practical Conference "The state and prospects of agribusiness development"INTERAGROMASH 2021". Rostov-on-Don, 2021
12. Efficiency of corporate finance: formation of accounting and management tools /Klychova G., Zakirova A., Nigmatzyanov A., Nikitenko I., Ostaev G.// E3S Web conferences. The 14th International Scientific and Practical Conference "The state and prospects of agribusiness development"INTERAGROMASH 2021". Rostov-on-Don, 2021.
13. Ostaev G.Ya., Shulus A.A., Mironova M.V., Smolin E.V. Accounting of agro-industrial business from scratch: managerial accounting, decision-making, analysis and monitoring of business processes // *Research of Amazonia*. 2020. Vol. 9. No. 27. Pp. 319-332.
14. Ostaev G.Yu., Khosiev B.N., Kubatieva L.M., Bestaeva L.I. Formation of methodology for assessing the internal control system in agricultural business // *Journal of advanced research in the field of dynamic and control systems*. 2020. № 12. Special Issue No. 7. No. 2309-2317.

Author:

Ilyin Sergey Yurievich – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, e-mail: i.sergey777@gmail.com
Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА РЕГИОНОВ РОССИИ**А.Т. Исхаков, Ф.Ф. Гатина**

Реферат. На сегодняшний день только 20 % регионов России полностью покрывают свою потребность в молоке и молочной продукции, уровень самообеспечения составляет 67,6 %. Увеличить производство молока можно путем повышения численности высокопродуктивного поголовья и удоя молока от одной коровы с учетом различных групп факторов. Исследования выполняли с целью оценки степени и характера связи между показателями молочной продуктивности коров и факторами, их обуславливающими. Проводили корреляционно-регрессионный анализ с учетом воздействия на итоги сельскохозяйственного производства природно-климатических условий, поскольку именно их влияние предопределяет результаты в этой отрасли. Для проведения исследований совокупность сельскохозяйственных предприятий была разделена по трем природно-экономическим зонам: I – юг России; II – запад и северо-запад страны, территория Приморья; III – часть Восточно-Европейской равнины, Уральские горы, южные части Сибири и Дальнего Востока. Во всех изученных зонах основным фактором, влияющим на продуктивности коров, служит расход кормов всех видов в расчете на 1 корову, по остальным существуют различия: в регионах I пояса – это доля концентрированных кормов в рационе и среднемесячная номинальная заработная плата в расчете на 1 работника сельского хозяйства; II пояса – среднемесячная номинальная заработная плата в расчете на 1 работника сельского хозяйства; III пояса – наличие в рационе сочных и концентрированных кормов. Разработанные уравнения регрессии можно использовать для прогнозирования результатов деятельности сельскохозяйственных организаций АПК в различных регионах Российской Федерации.

Ключевые слова: молочное скотоводство, молочная продуктивность, факторный анализ, корреляционно-регрессионный анализ, климатический пояс, корма, заработная плата, уравнение регрессии, прогнозирование.

Введение. Молочное скотоводство – одна из важнейших отраслей агропродовольственного комплекса. Основной ее задачей служит обеспечение населения молоком и молочной продукцией, а промышленности необходимым сырьем. В 2020 г. с учетом произведенного объема молока (32,2 млн т) и численности населения страны (146,5 млн чел.) уровень самообеспечения составил 67,6 %. Оптимальная величина этого показателя согласно доктрине продовольственной безопасности страны находится на уровне не менее 42,8 млн т молока (90 %) [1]. В Российской Федерации среди 85 субъектов страны лишь в 20 % регионов уровень производства молока и молочной продукции превышает требуемые минимальные нормы потребления (325 кг в год на 1 человека, согласно рекомендациям Минздрава России по рациональным нормам потребления пищевых продуктов). Больше всего молока в стране в 2020 г. произведено в Приволжском федеральном округе – 31 % от общероссийского объема. По прогнозам Министерства сельского хозяйства РФ производство молока в 2022 г. составит 32,5 млн т [2]. В связи с этим актуален поиск резервов продуктивности и устойчивого развития отрасли для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Уровень надоя молока на одну корову по стране за 1990–2020 гг. в хозяйствах всех категорий повысился на 77,2 % и составил 4839 кг, в сельскохозяйственных организациях вырос в 2,4 раза (до 6728 кг) [3].

Следует отметить, что на 2017 г. основная часть поголовья молочного скотоводства в хозяйствах России (до 90 %) представлена

следующими породами: черно-пестрая (53...54 %) со средним удоем молока 6486 кг, голштинская черно-пестрой масти (15...16 %) – 8567 кг, холмогорская (6...7 %) – 5989 кг, симментальская (6 %) – 5104 кг, красно-пестрая (5 %) – 6260 кг, красная степная (3...4 %) – 4881 кг, айширская (3 %) – 6716 кг [4].

Все они отличаются высоким генетическим потенциалом и возможностью дальнейшего повышения продуктивности. Среди перечисленных пород наиболее продуктивна голштинская черно-пестрой масти – мировой рекордсмен по удою молока (в 1886 г. – 11803 кг молока за лактацию, в 1918 г. – 15161 кг, в 1950 г. – 20630 кг, в 1975 г. – 25247 кг, в 1996 г. – 28778 кг, в 2004 г. – 32804 кг, 2017 г. – 35457 кг) [5].

На сегодняшний день мировой лидер по уровню молочной продуктивности – Израиль (более 12000 кг молока от одной коровы за год). Основные составляющие такого результата: стойловое круглогодное содержание, селекция, абсолютная технологичность коров [6].

На молочную продуктивность оказывают влияние многочисленные факторы, ряд из которых действует совокупно, поэтому установить меру влияния и степень значения каждого из них в отдельности трудно, но важно.

Цель исследования – систематизация факторов устойчивого развития молочного скотоводства, проведение многофакторного корреляционно-регрессионного анализа молочной продуктивности КРС в России для дальнейшего ее повышения с учетом влияния природно-климатических условий.



Рис. 1 – Климатические пояса России [6].

Условия, материалы и методы исследования. Исследования проводили, используя дедуктивный и индуктивный методы и приемы с элементами статистического анализа. Они позволяют оценить степень и характер связи между результатом и факторами, его обуславливающими.

Для оценки степени и характера связи между молочной продуктивностью коров и факторами, ее обуславливающими, был проведен анализ путем решения задачи множественной корреляции. С этой целью построено несколько многофакторных корреляционно-регрессионных моделей хозяйственной деятельности животноводческих предприятий за 2019 г. по Российской Федерации, занимающихся производством молока. При этом учитывали те регионы, в которых отрасль животноводства включена в перечень перспективных экономических специализаций Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г., утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 13.02.2019 г. № 207-р.

В ходе построения многофакторных корреляционно-регрессионных моделей, выявляющих влияние различных факторов на молочную продуктивность коров, по регионам Российской Федерации (источником цифровой информации служили официальные данные Росстата) оценивали полученные параметры. При условии соответствия табличным значениям математической статистики переходили к интерпретации результатов решения. В противном случае корреляционно-регрессионную модель корректировали путем отсева наблюдений, имеющих грубые статистические погрешности, и исключали или заменяли факторные признаки по математическим ограничениям, накладываемым на их выбор. В модели обозначены результативный (y) и факторные (x_i) признаки. В экономических процессах

к результативным факторам относили показатели, прямо или косвенно отражающие результаты производственной деятельности. В качестве результативного фактора выступал показатель, характеризующий уровень молочной продуктивности коров.

Факторные показатели, в свою очередь, отражали уровень воздействия на процесс производства:

y – среднегодовой удой молока в расчете на 1 корову, ц;

x_1 – расход кормов всех видов в расчете на 1 корову, ц корм. ед.;

x_2 – доля сочных кормов в рационе коров, %;

x_3 – доля концентрированных кормов в рационе коров, %;

x_4 – среднемесячная номинальная заработная плата в расчете на 1 работника сельского хозяйства, тыс. руб.

Многофакторный корреляционно-регрессионный анализ позволяет оценить меру влияния на исследуемый результативный показатель каждого из включенных в модель факторов при фиксированном положении остальных, а также при любых возможных их сочетаниях с определенной степенью точности. При этом важно отсутствие между ними функциональной связи [7]

Оценки силы связи (r_{yx_i}) по шкале Чеддока носят общий характер и не претендуют на статистическую строгость, поскольку не дают гарантий на вероятностную достоверность. Поэтому в статистике принято использовать более надежные критерии, основанные на рассчитанных коэффициентах парной корреляции. Интерпретация результатов решения корреляционно-регрессионных моделей предполагает изучение коэффициентов детерминации, регрессии, и отдельного определения.

Для корректной интерпретации результатов статистического исследования

Таблица 1 – Общая характеристика климатических поясов России

Климатический пояс	Средняя температура летом, °С	Средняя температура зимой, °С	Сумма осадков в год, см
I пояс	+22	-4,5	30...60
II пояс	+20	-9,7	45...60
III пояс	+18	-18	20...80
IV пояс	+16	-27	30...60

необходимо учитывать первостепенную роль воздействия на итоги производственной деятельности предприятий природно-климатических условий.

В России выделяют пять условных климатических поясов (рис. 1):

I – юг России;

II – запад и северо-запад страны, территория Приморья;

III – часть Восточно-Европейской равнины, Уральские горы, южные части Сибири и Дальнего Востока;

IV – Якутия, северная Сибирь, северные районы Дальнего Востока;

V – район Чукотки и Заполярье (особый).

Каждый из них имеет свои характеристики (табл. 1). Наиболее благоприятны для растениеводства, как кормовой базы животноводства, I...III климатические пояса, в границах которых средняя летняя температура воздуха составляет +18...+22 °С, средняя температура зимой – -18...-4,5 °С, среднегодовой уровень осадков – 20...80 см. В связи с изложенным группировку исследуемой совокупности сельскохозяйственных предприятий проводили по этим природно-экономическим зонам: I пояс – 16 регионов; II пояс – 28 регионов; III пояс – 25 регионов.

Результаты и обсуждение. В экономической практике возможность управления социально-экономическими факторами обуславливает необходимость измерения их взаимосвязей.

Для эффективной организации бизнеса по производству молока и достижения макси-

мальной продуктивности животных необходимо учитывать воздействие группы факторов (рис. 2, 3). Обеспечить рост темпов производства молока возможно путем увеличения поголовья высокопродуктивного стада, повышения удоя молока от одной коровы и др. [8, 9]

По результатам решения четырехфакторной модели, включающей 69 единиц наблюдений после корректировки (табл. 2), теснота связи между результативным и факторными признаками, отобранными в корреляционную модель, была очень сильной, о чем свидетельствует величина коэффициента множественной корреляции ($R=0,885$). Ошибка коэффициента корреляции ($OR=0,026$) и его достоверность ($TR=33,810$) подтверждают наличие сильной связи между результативным и факторными признаками и свидетельствуют о достаточной достоверности коэффициента множественной корреляции.

Коэффициент множественной детерминации ($D=78,265$) характеризует процентную меру зависимости между включенными в модель факторами и результатом. Доля совместного влияния отобранных четырех факторов корреляционно-регрессионной модели на изменение молочной продуктивности коров составляет 78,265 %, в том числе изменение расхода кормов – 43,748 %, доля сочных кормов в рационе – 4,646 %, доля концентрированных кормов – 11,195 %, оплата труда – 18,676 %.

Согласно построенной модели при увеличении среднегодового расхода кормов на 1 ц корм.ед. среднегодовой удой молока повысится на 0,646 ц, доли сочных кормов в рационе

Таблица 2 – Четырехфакторная корреляционно-регрессионная модель

Количество наблюдений	Результат и факторы				
	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Результат и факторы					
Ошибка коэффициента корреляции	0,026	0,043	0,108	0,081	0,068
Достоверность коэффициента корреляции	33,810	18,745	2,942	7,047	9,755
Среднее арифметическое	50,022	49,213	29,264	38,536	26,928
Среднее квадратическое отклонение	16,381	13,809	9,949	10,806	6,716
Коэффициент вариации, %	32,747	28,060	33,999	28,042	24,940
Коэффициент регрессии	-18,826	0,646	0,240	0,297	0,689
Бета-коэффициент		0,545	0,146	0,196	0,282
Коэффициент детерминации, %	78,265	64,430	10,131	32,648	43,706
Коэффициент отдельного определения	78,265	43,748	4,646	11,195	18,676
Коэффициент множественной корреляции	0,885				
Коэффициент парной корреляции	Y	0,803	0,318	0,571	0,661
	X ₁		0,138	0,459	0,523
	X ₂			0,214	0,196
	X ₃				0,333

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ	МАРКЕТИНГОВЫЕ	ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ
- Продуктивность и сохранность поголовья молочного скота;	- Наличие маркетинговой службы, отдела продаж или специалиста по продажам;	- Рациональная организационная структура управления предприятия;
- Селекционная и племенная работа (породный состав, племенное поголовье, увеличение возраста производственного использования коров, выход приплода молодняка, выращивание высокопродуктивного ремонтного молодняка, улучшение породных и продуктивных качеств КРС, генетический потенциал);	- Наличие маркетинговой программы, в том числе сегментация рынка, стратегии продвижения товара;	- Рациональная организация производственных и сбытовых процессов;
- Использование высокопродуктивных пород животных;	- Реклама продукции;	- Кооперация и интеграция производства;
- Оптимальная структура и оборот стада животных;	- Наличие системы управления качеством и конкурентоспособностью;	- Развитие сети потребительских кооперативов;
- Содержание коров и их способы;	- Контроль качества продукции (содержание жира и белка, обсемененность молока, сортность молока, санитарно-гигиенические требования, органическое производство);	- Специализация и концентрация производства (сырье-переработка-готовая продукция);
- Эффективное воспроизводство стада;	- Платежеспособность спроса на продукцию;	- Интенсификация производства;
- Ресурсосберегающая технология производства молокопродуктов;	- Покупательная способность и предпочтения потребителей;	- Наличие систем координации и контроля исполнения;
- Организация кормовой базы;	- Емкость рынка сырого молока, уровень покрытия потребности в молоке;	- Эффективная организация и нормирование труда;
- Кормовая база (питательная ценность кормов, сбалансированность рационов кормления, качество кормов, развитие базы собственных концентрированных кормов, ликвидация диспропорции в развитии животноводства и кормопроизводства);	- Развитая логистика в рамках хранения и реализации продукции;	- Совершенствование взаимоотношений между контрагентами;
- Использование инновационных технологий содержания, воспроизводства и кормления животных (роботизированные доильные системы, биотехнологии (сексированное семя, трансплантация эмбрионов) и т.п.);	- Оптимальный уровень товарности молока;	- Маркировка продукции и идентификация животных;
- Технология доения;	- Эффективное ценообразование (ценовая политика);	- Оптимизация концентрации поголовья коров с учетом ресурсного потенциала;
- Технологическая оснащенность производства;	- Развитие экспорта продукции;	- Уровень племенной работы.
- Эффективная система материально-технического снабжения;	- Предсказуемое развитие рынка зерна, как одна из основ кормовой базы;	
- Безопасность производства;	- Наличие собственных мощностей по переработке сырья.	ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ
- Создание оптимального микроклимата для животных;		- Агроклиматическая характеристика;
- Техническая и технологическая модернизация производственной деятельности;	ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ	- Земельные рельеф местности;
- Наличие трудовых ресурсов (кадровый квалификация персонала, подготовка и переподготовка специалистов);	- Наличие развитой инфраструктуры (электроснабжение, водоснабжение, транспортные коммуникации, инженерные сети и т.п.);	- Потенциал плодородия почвы;
- Регулярный ветеринарно-санитарный контроль (наличие ветеринарной службы, лечебно-профилактические мероприятия, зооветеринарные требования содержания, кормления, разведения и осеменения);	- Близость к центрам потребления;	- Питательная ценность кормов;
- Автоматизация и механизация производства.	- Оптимальное территориальное размещение производства.	- Зональный микроклимат.

Рис. 2 – Группы производственно-технологических, маркетинговых, организационных, территориальных и природно-климатических факторов устойчивого развития молочного скотоводства (составлено автором).

на 1 % – на 0,240 ц, доли концентрированных кормов на 1 % – на 0,297 ц, повышение оплаты труда 1 работника на 1 тыс. руб. – на 0,689 ц. Изменяя значения факторных признаков в пределах вариационного размаха или коэффициента вариации от их среднего арифметического можно достичь максимально (или минимально) возможной величины результативного признака. Согласно построенной модели, средний годовой удой молока в расчете на 1 корову можно довести до 62,46 ц,

что выше среднего уровня по изучаемой совокупности:

$$Y_1 = -18,826 + 0,646x_{1max} + 0,240x_{2max} + 0,297x_{3max} + 0,689x_{4max} = -18,826 + 0,646 \cdot 62,99 + 0,240 \cdot 39,7 + 0,297 \cdot 26,50 + 0,689 \cdot 33,63 = 62,46 \text{ ц.}$$

Независимо от природно-климатического расположения сельских товаропроизводителей влияние уровня и качества кормления животных имеет первостепенное значение на повышение молочной продуктивности коров.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ	КАДРОВЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ	ЭКОЛОГО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ
- Снижение себестоимости производимой продукции (постоянный поиск резервов ее снижения);	- Производительность труда;	- Загрязнение окружающей среды;
- Фондооснащенность, фондовооруженность, энергооснащенность и энерговооруженность производства;	- Оплата труда персонала и его структура;	- Экологичность кормов;
- Рост производительности труда;	- Мотивация труда;	- Производство экологически чистой продукции;
- Возможность привлечь инвесторов, льготные инвестиционные и оборотные кредиты, наличие залогового обеспечения;	- Стимулирование труда;	- Организованная система навозоудаления;
- Эффективная система организации, учета, анализа, планирования, нормирования, бюджетирования и управления;	- Условия труда и отдыха;	- Контроль уровня предельно допустимых концентраций в воздухе различных токсичных веществ (ПДК);
- Обеспечение инвестиционной привлекательности и окупаемости инвестиций (инвестиционная политика);	- Совершенствование условий труда;	- Обеспечение концентратной безопасности;
- Эффективная система управления и маневрирования финансовыми ресурсами;	- Социальная поддержка, решение социальных и бытовых вопросов персонала;	- Обеззараживание воды и почвы;
- Построение системы оптимального налогообложения;	- Рационализаторство и изобретательство;	- Устранение радиационного воздействия;
- Эффективная кадровая политика;	- Организация и охрана рабочего места;	- Звуковой порог;
- Наличие эффективной системы управленческих рисков;	- Уровень квалификации кадров;	- Переработка и утилизация отходов;
- Снижение трудоемкости производства продукции;	- Демографическая структура коллектива;	- Охрана труда и техника безопасности;
- Увеличение выхода телят, надоев молока, повышение жирности молока;	- Морально-психологический климат в коллективе;	- Ветеринарно-санитарные и экологические мероприятия;
- Снижение яловости коров; уменьшение падежа молодняка.	- Система страхования работников.	- Использование вторичных ресурсов;
		- Страхование сельскохозяйственных животных;
		- Органическое производство;
ПОЛИТИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ	ТЕХНИЧЕСКИЕ	
- Наличие государственной поддержки и эффективной аграрной политики;	- Обеспеченность необходимыми производственно-технологическими и административными помещениями;	- Гигиена содержания животных;
- Развитие международных отношений;	- Рациональные проекты зданий и сооружений;	- Технология содержания в полной мере удовлетворяющая физиологические потребности животных;
- Наличие всех необходимых нормативно-правовых документов, регулирующих деятельность производителей молока и связанных с нею процессов;	- Обеспеченность оборудованием по производству молока и переработке молока в продукты;	- Здоровье животных, низкий уровень или отсутствие заболеваемости сельскохозяйственных животных;
- Наличие системы сельскохозяйственного консультирования, консультационной поддержки сельхозпроизводителей.	- Комплексная механизация, автоматизация, роботизация и цифровизация и их уровень.	- Оценка физико-химических и технологических свойств молока.

Рис. 3 – Группы экономических, кадровых и социально-психологических, эколого-эпидемиологических, политических и правовых, технических факторов устойчивого развития молочного скотоводства (составлено автором).

В регионах I пояса существенными факторами, доля влияния которых на величину удоев молока составила 65,296 %, служат (табл. 3):

x_1 – расход кормов всех видов в расчете на 1 корову ($D_1=48,713$ %);

x_2 – доля концентрированных кормов в рационе ($D_2=32,018$ %);

x_3 – среднемесячная номинальная заработная плата в расчете на 1 работника сельского хозяйства ($D_3=34,315$ %).

Наиболее тесную связь наблюдали между продуктивностью и кормлением животных ($r_{yx1}=0,698$ – сильная), по двум другим факторам она средняя ($r_{yx2}=0,566$; $r_{yx3}=0,586$) и практически равнозначная.

В регионах II пояса уровень молочной продуктивности коров о многом определяют следующие факторы (табл. 4):

x_1 – расход кормов всех видов в расчете на 1 корову ($r_{yx1}=0,787$);

x_2 – среднемесячная номинальная заработная плата в расчете на 1 работника сельского хозяйства ($r_{yx2}=0,670$).

Их вариативность определяет изменение среднегодового удоя коров на 61,978 % и 44,910 % соответственно ($D_1=61,978$ %; $D_2=44,910$ %).

Результаты решения корреляционно-регрессионной модели по совокупности регионов III пояса свидетельствуют о существенном влиянии на повышение уровня молочной продуктивности коров трех следующих факторов (табл. 5):

x_1 – расход кормов всех видов в расчете на 1 корову, ц корм.ед.;

x_2 – доля сочных кормов в рационе, %;

Таблица 3 – Трехфакторная корреляционно-регрессионная модель (I пояс, n = 16)

Показатель	Результат и факторы			
	Y	X1	X2	X3
Ошибка коэффициента корреляции	0,087	0,128	0,170	0,164
Достоверность коэффициента корреляции	9,314	5,443	3,329	3,567
Средняя арифметическая	42,921	45,409	41,194	25,239
Среднее квадратическое отклонение	16,088	13,055	13,106	7,165
Коэффициент вариации, %	37,484	28,750	31,815	28,388
Коэффициент регрессии	-16,199	0,237	0,538	1,038
Бета-коэффициент		0,192	0,438	0,462
Коэффициент детерминации, %	65,296	48,713	32,018	34,315
Коэффициент отдельного определения	65,296	13,412	24,810	27,074
Коэффициент множественной корреляции	0,808			
Коэффициент парной корреляции	Y	0,698	0,566	0,586
	X1		0,569	0,554
	X2			0,039

Таблица 4 – Двухфакторная корреляционно-регрессионная модель (II пояс, n = 28)

Показатель	Результат и факторы		
	Y	X1	X2
Ошибка коэффициента корреляции	0,052	0,072	0,104
Достоверность коэффициента корреляции	16,529	10,956	6,437
Средняя арифметическая	59,075	55,235	30,058
Среднее квадратическое отклонение	11,530	11,112	6,749
Коэффициент вариации, %	19,518	20,118	22,455
Коэффициент регрессии	5,184	0,627	0,641
Бета-коэффициент		0,604	0,375
Коэффициент детерминации, %	72,704	61,978	44,910
Коэффициент отдельного определения	72,704	47,556	25,148
Коэффициент множественной корреляции	0,853		
Коэффициент парной корреляции	Y	0,787	0,670
	X1		0,488

Таблица 5 – Трехфакторная корреляционно-регрессионная модель (III пояс, n=25)

Показатель	Результат и факторы			
	Y	X1	X2	X3
Ошибка коэффициента корреляции	0,016	0,071	0,133	0,073
Достоверность коэффициента корреляции	59,355	11,364	4,321	10,955
Средняя арифметическая	44,429	44,904	30,008	34,224
Среднее квадратическое отклонение	16,452	14,509	10,552	11,082
Коэффициент вариации, %	37,031	32,312	35,165	32,380
Коэффициент регрессии	-17,088	0,626	0,484	0,552
Бета-коэффициент		0,552	0,310	0,372
Коэффициент детерминации, %	91,923	64,628	33,261	63,601
Коэффициент отдельного определения	91,923	44,348	17,901	29,674
Коэффициент множественной корреляции	0,959			
Коэффициент парной корреляции	Y	0,804	0,577	0,798
	X1		0,186	0,523
	X2			0,441

x_3 – доля концентрированных кормов в рациионе, %.

Их совокупное влияние составляет 91,923 %. При этом теснота их связи с результативным признаком очень сильная, практически близка к функциональной ($R=0,959$). Максимальное влияние на результативный признак, как и в предыдущих корреляционных моделях, оказывает уровень кормления животных,

на втором месте – качество кормления, в частности – доля концентрированных кормов в рациионе животных ($r_{YX1}=0,804$; $r_{YX3}=0,798$).

Выводы. Таким образом, предложена группировка факторов, оказывающих влияние на эффективность деятельности сельхозтоваропроизводителей, учет и оценка которых позволит обеспечить устойчивое развитие молочного скотоводства. Результаты

факторного анализа молочной продуктивности коров в России, в том числе с учетом природно-климатических зон, могут быть использованы для прогнозирования деятельности сельскохозяйственных организаций АПК в целом по Российской Федерации. Во всех изученных зонах основным фактором, влияющим на продуктивности коров, служит расход кормов всех видов в расчете на 1 корову, по

остальным существуют различия: в регионах I пояса – это доля концентрированных кормов в рационе и среднемесячная номинальная заработная плата в расчете на 1 работника сельского хозяйства; II пояса – среднемесячная номинальная заработная плата в расчете на 1 работника сельского хозяйства; III пояса – наличие в рационе сочных и концентрированных кормов.

Литература

1. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/45106> (дата обращения: 15.03.2022).
2. Минсельхоз: производство скота и птицы в 2022 году составит около 16 млн тонн // Ветеринария и жизнь. 2022. URL: <https://vetandlife.ru/sobytiya/minselhoz-proizvodstvo-skota-i-pticy-v-2022-godu-sostavit-okolo-16-mln-tonn/> (дата обращения 15.03.2022).
3. Продуктивность скота и птицы // Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/jiv_prod_643.xls (дата обращения: 15.03.2022).
4. Фирсова Э.В., Карташова А.П. Основные породы молочного скота в хозяйствах Российской Федерации // Известия Санкт-Петербургского ГАУ. 2019. С. 69–75.
5. Лебедько Е.Я., Пилюпенко Р.В. Генетический потенциал рекордной молочной продуктивности коров голштинской породы // Эффективное животноводство. 2020. № 1(158). С. 9–13.
6. Климатические зоны России // Промышленный и экологический портал. URL: <https://prompriem.ru/ekologiya/klimaticheskie-zony-rossii.html> (дата обращения: 22.02.2022).
7. Анализ технических решений в оптимизации условий содержания молочного скота при строительстве и реконструкции животноводческих ферм / Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Шайдуллин, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 2(49). – С. 138–143. – DOI 10.12737/article_5b3509deb99f97.33361692. – EDN XVJNHF.
8. Развитие методического инструментария внутреннего контроля для повышения эффективности использования основных средств / А. Р. Закирова, Г. С. Клычова, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 4(64). – С. 88–95. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-88-95. – EDN SMZTBJ.
9. Методика расчета двухроторного вакуумного насоса с эвольвентным зацеплением / А. А. Мустафин, Б. Г. Зиганшин, Р. Р. Гайнутдинов, И. Н. Гаязиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 102–104. – EDN OWOPLX.

Сведения об авторах:

Исхаков Альберт Тагирович – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита, e-mail: iat20@yandex.ru

Гатина Фариды Фаргатовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и информационных технологий, e-mail: farida_fargatovna@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

FACTOR ANALYSIS OF DAIRY CATTLE DEVELOPMENT IN RUSSIAN REGIONS

A.T. Iskhakov, F.F. Gatina

Abstract. The main task of dairy cattle breeding as one of the most important branches of the agro-food complex is to provide the population with milk and dairy products, and business with the necessary raw materials for the production process. Today, only 20% of Russian regions fully provide themselves with milk and dairy products, the level of self-sufficiency is 67.6%. It is possible to increase milk production by increasing the number of highly productive livestock and increasing milk yield from one cow, taking into account the proposed groups of factors. The main breeds of domestic cows have a high genetic potential and the possibility of further increasing their productivity. To assess the degree and nature of the relationship between the indicators of dairy productivity of cows and the factors that cause them, a correlation and regression analysis was carried out by solving the problem of multiple correlation. Factor analysis was carried out taking into account the impact of natural and climatic conditions on the results of agricultural production, since it is their influence that determines its results. Any kind of productivity is determined by the complex interaction of heredity and environmental conditions. It is known that temperature, humidity and saturation of the environment with gases have an adverse effect on the dairy productivity of cows. In addition, it should be borne in mind that the structure, quality and cost of the feed ration depend primarily on local climatic conditions. With proper feeding, maintenance and use, cows can show high productivity up to 8-10 lactation. For this purpose, the studied set of agricultural enterprises was divided into three natural and economic zones. In each natural and climatic zone, the influence of the same factors on milk yield is ambiguous, which is important when predicting the activities of an agricultural organization. The parameters of the developed regression

equations can be used to predict the performance of agricultural organizations in various regions of the Russian Federation.

Key words: dairy cattle breeding, dairy productivity, factor analysis, correlation and regression analysis, climate zone, feed, wages, regression equation, forecasting.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation of January 21, 2020 No. 20 “On approval of the food security doctrine of the Russian Federation”. [Internet]. [cited 2022, March 15]. Available from: <http://kremlin.ru/acts/bank/45106>.
2. Ministry of Agriculture: the production of livestock and poultry in 2022 will be about 16 million tons. [Internet]. Veterinary and life. 2022. [cited 2022, March 15]. Available from: <https://vetandlife.ru/sobytiya/minselhoz-proizvodstvo-skota-i-pticy-v-2022-godu-sostavit-okolo-16-mln-tonn/>.
3. Productivity of livestock and poultry. [Internet]. Federal State Statistics Service (Rosstat). [cited 2022, March 15]. Available from: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/jiv_prod_643.xls.
4. Firsova EV, Kartashova AP. [The main breeds of dairy cattle in the farms of the Russian Federation]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo GAU*. 2019; 69-75 p.
5. Lebed'ko EYa, Pilipenko RV. [Genetic potential of record milk productivity of Holstein cows]. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*. 2020; 1 (158). 9-13 p.
6. Climatic zones of Russia. [Internet]. Industrial and ecological portal. [cited 2022, February 22]. Available from: <https://prompriem.ru/ekologiya/klimaticheskie-zony-rossii.html>.
7. Ziganshin B. G., Shaydullin R. R., Valiev A. R. [et al.] Analysis of theoretical solutions in the conditions of keeping dairy cattle during the construction and reconstruction of livestock farms // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. - 2018. - T. 13. - No. 2 (49). - S. 138-143. – DOI 10.12737/article_5b3509deb99f97.33361692. - EDN XVJNHF.
8. Žakirova A. R., Klychova G. S., Ziganshin B. G. [et al.] Development of methodological tools of internal control for determining the efficiency of fixed assets use // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. - 2021. - T. 16. - No. 4 (64). – S. 88-95. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-88-95. - EDN SMZTBZH.
9. Calculation method for a double-rotor vacuum pump with involute gearing / A.V. A. Mustafin, B. G. Ziganshin, R. R. Gainutdinov, I. N. Gayaziev // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. - 2012. - T. 7. - No. 1 (23). - S. 102-104. – EDN OWOPLX.

Authors:

Iskhakov Albert Tagirovich – Ph.D. of Economic sciences, associate professor of Accounting and Audit Department, e-mail: iat20@yandex.ru
 Gatina Farida Fargatovna – Ph.D. of Economic sciences, associate professor of Economics and Information Technologies Department, e-mail: farida_fargatovna@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

АУДИТ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ
Л.В. Каширская, Ю.А. Журнаджянц

Реферат. Исследования проводили с целью совершенствования методики аудита эффективности национальных проектов посредством использования стандартных элементов аудита. Поставлены и решены задачи развития и дополнения подходов к стандартизации аудита эффективности национальных проектов, в частности, в качестве основы методики его проведения предложена стратегия, программа, чек-лист и оценка рисков на примере национального проекта «Жилье и городская среда». Методологическая основа исследования – системный и процессный подходы к изучаемой проблеме. В ходе исследования применяли общенаучные методы логического анализа и синтеза, в частности, аналогии, типологии, обобщения. На основе изучения обширного эмпирического материала изучены результаты реализации национальных проектов, их финансирование и возможность внесения в них изменений и корректировок. В Паспорте проектов включены недостатки обоснованные и обеспеченные ресурсами величины целевых параметров, а установленные регионам значения показателей не подкреплены достаточными организационными мерами. Нормативные и методические документы не включают полноценного методического сопровождения их разработки и реализации, ограничиваясь общими подходами и принципами. Параметры взаимного влияния национального проекта «Жилье и городская среда» на другие национальные проекты в Паспорте национального проекта и в иных нормативных и методических документах не конкретизированы, в связи с чем оценить их качество в полной мере не представляется возможным. Практическая значимость проделанных исследований состоит в том, что выводы на основе предложенных элементов методики аудита эффективности национальных проектов позволят оптимизировать позиции при регламентации и определении финансирования национальных проектов.

Ключевые слова: контроль, аудит, национальные проекты, федеральные проекты, жилье, городская среда, ипотека, риски.

Введение. Для эффективного расходования бюджетных ресурсов государству необходимо понимать в какие «узкие» места и на какие конкретно цели необходимо в первую очередь направить бюджетное финансирование. Решением этой задачи стало развитие института государственных программ, в рамках которых бюджетные средства локализуются в одной точке с четко выраженными целями, а бюджетные ресурсы распределяются под конкретные задачи.

Более того, финансирование государственных программ Российской Федерации [1], входят в ведомственную структуру расходов бюджета страны, что дает возможность оценить достаточность и необходимость выделения бюджетных ресурсов на конкретные целевые статьи путем проведения аудита эффективности через непосредственную оценку взаимосвязи между их распределением, планируемыми результатами и фактическим достижением запланированных результатов.

Для Российской Федерации такой вид контрольной и экспертно-аналитической деятельности относительно новый, при этом за рубежом аудит эффективности имеет достаточно широкое распространение и развитие. Опыт других стран позволяет сделать вывод о том, что его использование оказывает положительное влияние на эффективность распределения и расходования бюджетных средств, что крайне актуально на современном этапе [2, 3, 4].

Практически все органы муниципальной власти участвуют в Национальных проектах РФ. Проблема контроля за доходами и расхо-

дами в их рамках заключается в том, что сложно оценить эффективность как со стороны внешних органов контроля, так и внутри органов муниципальной власти, а, следовательно, и главными распорядителями и получателями бюджетных средств, то есть субъектами РФ.

Национальный проект «Жилье и городская среда» включает 4 федеральных проекта:

- ипотека;
- жилье;
- формирование комфортной городской среды;
- обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда.

Национальным проектом были установлены следующие цели и соответствующие им показатели [5]:

обеспечение доступным жильем семей со средним достатком, в том числе создание возможностей для приобретения (строительства) жилья с использованием ипотечного кредита, ставка по которому должна быть менее 8 %;

увеличение объема жилищного строительства не менее чем до 120 млн м² в год;

кардинальное повышение комфортности городской среды, увеличение индекса качества городской среды на 30 %, сокращение в соответствии с этим индексом количества городов с неблагоприятной средой в 2 раза до 2024 г.;

создание механизма прямого участия граждан в формировании комфортной городской среды, увеличение доли граждан, принимающих участие в решении вопросов развития

городской среды, до 30 %;

обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда.

Результаты мониторинга выполнения мероприятий национального проекта в 2019–2021 гг. показали, что меры по снижению рисков недостижения его показателей, ранее указанных в отчете о промежуточных результатах, в полной мере не разрабатываются.

По аналогичным причинам и с учетом развития санитарно-эпидемиологической ситуации, вызванной распространением новой коронавирусной инфекции, а также геополитической ситуацией, существуют значительные риски недостижения восьми показателей национального проекта в 2023 г.:

средний уровень процентной ставки по ипотечному кредиту – 9,33 %, или 93 % установленного значения (8,7 %);

количество предоставленных ипотечных кредитов – 0,86 млн ед., или 55 % установленного значения (1,57 млн ед.);

количество действующих договоров долевого участия без счетов эскроу – 290 тыс. ед., или 57 % установленного значения (513 тыс. ед.);

количество действующих договоров долевого участия по счетам эскроу – 210 тыс. ед., или 95 % установленного значения (220 тыс. ед.);

объем выдачи ипотечных кредитов на приобретение жилья на первичном рынке – 0,4 млн ед., или 63 % значения (0,64 млн ед.);

увеличение объема жилищного строительства – 82,04 млн м², или 84 % значения (98 млн м²);

объем ввода в многоквартирных жилых домах в год – 43,54 млн м², или 67 % установленного значения (64,9 млн м²);

объем строительства жилых домов за счет ипотечного кредитования – 19,7 млн м², или 62 % установленного значения (31,7 млн м²).

При этом риски недостижения показателя национального проекта в 2023 г. по вводу жилья (120 млн кв. м в год) возникли еще до влияния внешних и внутренних факторов.

Уже в 2019 г. не были достигнуты значения пяти основных показателей национального проекта, в том числе два по федеральному проекту «Жилье» и три по проекту «Ипотека». Показатели федеральных проектов «Формирование комфортной городской среды» и «Обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда» в 2019–2022 гг. достигнуты в полном объеме.

В рамках национального проекта никаким образом не стимулируется улучшение жилищных условий 1,54 млн семей, осуществляющих приобретение квартир или постройку дома за счет собственных средств, что обеспечивает 31 % достижения поставленных целей.

Оценивая показатели за период функционирования проекта «Жилье и городская сре-

да», следует отметить, что возникает необходимость в более тщательной и оперативной оценке его эффективности, для чего могут быть использованы не только целевые показатели, позволяющие оперативно прорабатывать и совершенствовать проект в области финансирования, но и методика аудита эффективности национальных проектов в целом, повышающая возможности оценки ошибок и рисков проекта, а также расширения потенциала контрольной и экспертно-аналитической деятельности.

Цель исследования – разработка основных элементов методики аудита эффективности национального проекта «Жилье и городская среда» с учетом специфики его функционирования, задач и полученных на сегодняшний день результатов.

Условия, материалы и методы исследования. Кроме совокупных показателей, в национальный проект заложены детальные уровни финансирования перечисленных четырех федеральных проектов, в том числе отдельно по каждому субъекту Федерации, причем для достижения целей проекта «Ипотека» не выделено никаких финансовых ресурсов (рис. 1). Это его большой недостаток, так как используя только неденежные регуляторы достичь поставленных задач в полной мере невозможно.

С учетом этой проблемы по поручению Президента Российской Федерации была разработана и реализована новая программа льготного кредитования, которая позволяет взять ипотеку по ставке 6 % годовых на покупку жилья в новостройках по цене от 2 до 6 млн руб. в регионах и до 12 млн руб. в Москве и Санкт-Петербурге.

Национальный проект имеет следующие источники финансирования: 891,0 млрд руб. – федеральный бюджет, 167,8 млрд руб. – бюджеты субъектов РФ, 7,4 млрд руб. – внебюджетные источники. При этом количественный и качественный состав показателей национального проекта не позволяет достоверно оценить достижимость поставленной цели. Так, Минстрой России для этого оперирует прежде всего вводимыми в эксплуатацию «квадратными метрами», то есть валовыми показателями, характеризующими объемы деятельности строительной отрасли, однако не все вводимое жилье может быть приобретено и заселено гражданами.

При этом методика расчета показателя «Количество семей, улучшивших жилищные условия» подразумевает использование ряда гипотез, а также учет в формуле расчета показателя количества семей, улучшивших жилищные условия иными методами, в том числе за счет проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах.

В ходе осуществления национального проекта было установлено недостаточное финансовое обеспечение мероприятий, реализуемых в рамках федерального проекта «Жилье»:

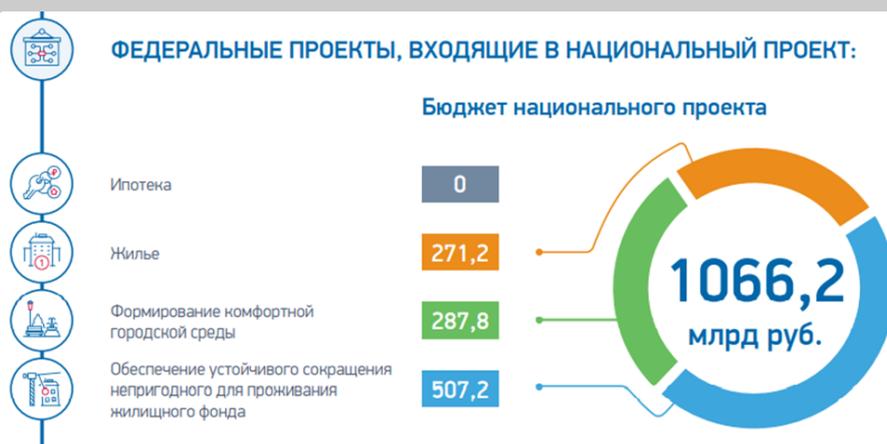


Рис. 1– Федеральные проекты, входящие в национальный проект «Жилье и городская среда».

такие результаты получены по итогам оценки эффективности в 19 % регионах, в рамках федерального проекта «Обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда» – в 14 % регионах, в рамках федерального проекта «Формирование комфортной городской среды» – в 8 % регионах.

Кроме того, в государственных программах ряда субъектов параметры по вводу жилья не соответствуют значениям показателей федерального проекта «Жилье» и соглашениям Минстроя России с субъектами о его реализации, что также подтверждает недостаточную подготовку субъектов к реализации национального проекта и, следовательно, появлению рисков недостижения запланированных показателей и намеченных целей.

Еще один недостаток национального проекта – отсутствие средств на содержание объектов инфраструктуры.

Со стороны государства была предусмотрена возможность внесения изменений в национальные и федеральные проекты. Для этого 3 декабря 2018 г. утвердили методические указания по мониторингу и внесению изменений в национальные и федеральные проекты. Кроме того, были разработаны формы документов по внесению изменения для упрощения их реализации.

Основной недостаток проекта «Жилье и городская среда» заключается в том, что нормативные и методические документы содер-

жат преимущественно описание организационных процедур взаимодействия участников и инструкции по заполнению различных формализованных документов (паспортов, планов, отчетов), но не включают полноценного методического сопровождения их разработки и реализации, ограничиваясь общими подходами и принципами.

При этом разработка и утверждение отдельных нормативных и методических документов осуществлялись на стадии завершения подготовки паспортов национального, федеральных и региональных проектов в ноябре-декабре 2018 г., что создало условия для снижения качества их подготовки.

Оценку эффективности достижения целей Национального проекта «Жилье и городская среда» осуществляет Счетная палата. В соответствии с ее отчетом [6] за 2019–2021 г., не достигнуты 5 показателей национального проекта из 24, а именно:

- количество предоставленных ипотечных кредитов;
- объем выдачи ипотечных кредитов на приобретение жилья на первичном рынке;
- увеличение объема жилищного строительства до не менее чем 120 млн м² в год;
- объем ввода в многоквартирных жилых домах в год;
- объем строительства жилых домов за счет ипотечного кредитования.

В целом, наибольшие проблемы возникли по достижению целей федерального проекта

Таблица 1 – Оценка результатов исполнения национального проекта «Жилье и городская среда»

Проект	Число результатов		Выполнено с задержкой	Время задержки	
	запланированных	выполненных		минимальное	максимальное
Ипотека	9	9	2	5,5 месяцев	11 месяцев
Жилье	13	13	5	3 дня	5 месяцев
Обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда	12	12	4	23 дня	3 месяца
Формирование комфортной городской среды	6	6	3	15 дней	1 месяц
Всего	40	40	14	3 дня	11 месяцев

Таблица 2 – Анализ финансирования национального проекта «Жилье и городская среда»

Проект	Плановый объем финансового обеспечения, млрд. руб.	Фактический уровень расходования средств, млрд. руб.	Процент выполнения плана, %
Ипотека	-	-	-
Жилье	23,5	21,9	93,6
Обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда	35,4	35,4	100
Формирование комфортной городской среды	46,4	41,4	89,2%
Всего	105,3	98,8	93,8%

«Ипотека»). Однако на основании полученных результатов корректировка национального проекта не была проведена. Счетная палата отметила только риски неисполнения запланированных показателей на следующий год.

Следует так же отметить, что 35 % результатов были выполнены с задержкой до 11 месяцев (табл. 1).

Несмотря на выполнение всех федеральных проектов проекта «Жилье и городская среда» с задержкой от 3 дней до 11 месяцев, в целом в его рамках в 2019–2021 гг. были достигнуты и положительные результаты. Например, в марте 2020 г. ставка по ипотечным кредитам достигла минимального уровня за всю историю наблюдений — 8,62 % годовых, и по итогам I квартала ее величина была ниже установленного паспортом федерального проекта на 2020 г. (8,7 %).

Анализируя результаты проекта «Жилье и городская среда», следует отметить, что выполнение плана по всем направлениям в среднем составило 93,8 %. При этом полностью они были достигнуты только по федеральному проекту «Обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда» (табл. 2).

В целом, процент выполнения плана достаточно высокий, что совместно с достижением 19 из 24 показателей свидетельствует об эффективном расходовании средств.

Анализ и обоснование результатов исследования. С момента создания в Российской

Федерации органов внешнего государственного финансового контроля в число их задач входили организация и осуществление контроля за исполнением соответствующих бюджетов. Однако сегодня ставятся задачи по повышению эффективности управления этими средствами. Это обуславливает актуальность и необходимость использования аудита эффективности, как инструмента, способствующего установлению контроля за их решением.

Стоит отметить, что в 2019–2021 гг. Счетная палата не проводила таких мероприятий, как аудит, оценка, проверка, анализ эффективности национальных проектов. Однако цели по оценке эффективности ставятся в рамках проведения других контрольных и экспертно-аналитических мероприятий.

В качестве основы для разработки элементов методики аудита эффективности национального проекта «Жилье и городская среда» использовали стандартные инструменты аудита [7, 8].

Первый этап проведения аудита, вне зависимости от специфики деятельности компании или направления проектов, – разработка стратегии аудита эффективности (табл. 3), в которой следует раскрыть основные планируемые виды работ, а также зафиксировать период их проведения и исполнителей.

Программа проведения аудита более детально раскрывает работы, запланированные в стратегии проведения аудита эффективности национального проекта «Жилье и городская среда», конкретизирует источники

Таблица 3 – Стратегия аудита эффективности национального проекта «Жилье и городская среда»

№ п/п	Планируемые виды работ	Период проведения	Исполнитель	Примечания
1	Выявить важнейшие цели национального проекта «Жилье и городская среда»			
2	Ознакомление с финансированием национального проекта «Жилье и городская среда»			
3	Определение показателей и оценка эффективности реализации национального проекта «Жилье и городская среда»			
4	Составление отчета по результатам проверки национального проекта «Жилье и городская среда»			
5	Вывод по результатам проделанной работы			

Таблица 4 – Программа аудита эффективности национального проекта «Жилье и городская среда»

№ п/п	Планируемые виды работ	Источники информации	Аудиторские процедуры
1. Выявить важнейшие цели задачи национального проекта «Жилье и городская среда»			
1.1	Ознакомление с национальным проектом «Жилье и городская среда»	Сайт Правительства РФ Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Мониторинг хода реализации мероприятий национального проекта «Жилье и городская среда», необходимых для выполнения задач, поставленных в Указе Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [5]	запрос, подтверждение, наблюдение, инспектирование
1.2	Рассмотрение основных целей и задач национального проекта «Жилье и городская среда»		запрос, подтверждение, наблюдение, инспектирование
2. Ознакомление с финансированием национального проекта «Жилье и городская среда»			
2.1	Ознакомление с источниками финансирования национального проекта «Жилье и городская среда»	Сайт Правительства РФ Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Мониторинг хода реализации мероприятий национального проекта «Жилье и городская среда», необходимых для выполнения задач, поставленных в Указе Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [5]	запрос, подтверждение, наблюдение, инспектирование
2.2	Рассмотрение основных проблем с финансированием национального проекта «Жилье и городская среда»		запрос, инспектирование, подтверждение, наблюдение, инспектирование, аналитические процедуры
3. Определение показателей и оценка эффективности реализации национального проекта «Жилье и городская среда»			
3.1	Рассмотрение количественных и качественных показателей национального проекта «Жилье и городская среда»	Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Мониторинг хода реализации мероприятий национального проекта «Жилье и городская среда», необходимых для выполнения задач, поставленных в Указе Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [5]	наблюдение, инспектирование, аналитические процедуры
3.2	Ознакомление с нормативными и методическими документами национального проекта «Жилье и городская среда»	Оперативный доклад об исполнении федерального бюджета и бюджетов государственных фондов Аудиторское заключение предыдущего периода	запрос, подтверждение, инспектирование
3.3	Оценка эффективности реализации достижения целей национального проекта «Жилье и городская среда»	Финансовые отчеты регионов	инспектирование, наблюдение, аналитические процедуры
3.4	Выделение наиболее важных показателей для определения оценки эффективности деятельности национального проекта «Жилье и городская среда»		инспектирование, наблюдение, аналитические процедуры
4. Составление отчета по результатам проверки национального проекта «Жилье и городская среда»			
5. Вывод по результатам проделанной работы			

Таблица 5 – Чек-лист аудита эффективности национального проекта «Жилье и городская среда»

№ п/п	Вопрос	Ответ		
		да	нет	примечание
1	Сформирована ли нормативно-методическая база, регламентирующая разработку, корректировку, мониторинг и контроль за ходом реализации национального проекта	+		Нормативно-правовая база сформирована, однако имеет ряд недостатков: нормативные и методические документы содержат преимущественно описание организационных процедур взаимодействия участников и инструкции по заполнению различных формализованных документов (паспортов, планов, отчетов), но не включают полноценного методического сопровождения их разработки и реализации, ограничиваясь общими подходами и принципами.
2	Соответствуют ли ожидаемые результаты национального проекта действительности?		-	По результатам реализации мероприятий национального проекта в 2019-2021 годах, в связи с отсутствием действенных мер по улучшению ситуации в строительной отрасли (на региональном уровне) отмечаются значительные риски недостижения его показателей также и в 2022 году. В связи с санитарно-эпидемиологической ситуацией, вызванной новой коронавирусной инфекцией, и неясными сроками ее завершения оценить достижимость показателей национального проекта к 2024 году в настоящее время в полном объеме затруднительно.
3	Отражены ли риски, связанные с реализацией проекта в Отчете.	+		Результаты мониторинга выполнения в 2019 году мероприятий национального проекта показали, что меры по снижению рисков недостижения показателей национального проекта, ранее указанных в отчете о промежуточных результатах экспертно-аналитического мероприятия, в полной мере не разрабатываются
4	Составляете ли ежемесячные отчеты об использовании средств	+		Отчеты отправляются в соответствующие органы контроля
5	Разработан ли комплекс мер по своевременной минимизации рисков		-	Замечания отражены в отчете Счетной палаты
6	Разработаны ли дополнительные мероприятия по обеспечению социальных гарантий отдельных категорий граждан, а также по оказанию помощи застройщикам, которые не имеют возможности перейти на проектное финансирование строительства жилья		-	Замечания отражены в отчете Счетной палаты

Таблица 6 – Оценка рисков реализации национального проекта «Жилье и городская среда»

Описание риска	Последствия от реализации риска	Ущерб от риска	Вероятность риска	Оценка риска	Мероприятия по снижению риска	Сроки выполнения
Риск недостаточного финансирования*	проект не получится реализовать в указанные сроки. недостижения показателей национального проекта и национальной цели	высокий	высокий	критический	контроль соответствия плана финансирования с реальными данными разработка мер по привлечению финансирования, взаимодействие с заинтересованными сторонами	2018–2024 гг. ежемесячно
Риски несоблюдения сроков реализации проектов	проект не получится реализовать в указанные сроки. из-за отставания от сроков реализация проекта потребует дополнительных затрат	высокий	средний/ высокий	критический	составление ежемесячных отчетов о реализации проекта. контроль и оптимизация проекта по результатам отчета	2018–2024 гг. ежемесячно
Риск, связанный с отсутствием привлечения средств из внебюджетных источников*	проект не получится реализовать в указанные сроки.	высокий	высокий	критический	контроль соответствия плана финансирования с реальными данными разработка мер по привлечению финансирования, взаимодействие с заинтересованными сторонами	2018–2024 гг. ежемесячно
Риски, связанные со снижением прозрачности закупок	некачественное выполнение работ	высокий	низкий	критический	единые требования к поставщикам предоставление отчетов, лицензий о качестве товаров	2018–2024 гг. ежемесячно
Риски недостаточной информированности заинтересованных сторон	прекращение финансирования, недостижение цели национального проекта	высокий	низкий	критический	публикация отчетов о проделанной работе взаимодействие с заинтересованными лицами	2018–2024 гг. по мере составления отчетов
Риски, связанные с климатическими условиями	проект не получится реализовать в указанные сроки.	средний	низкий	допустимый	предварительный анализ климатических условий регионов, сравнение с предыдущими годами, выявление «сезона дождей»	Проводится перед началом каждого проекта в рамках национального проекта
Риски, связанные с отсутствием земельных участков	проект не получится реализовать в указанные сроки.	средний	низкий	допустимый	предварительный анализ земельных участков до начала реализации проекта	Проводится перед началом каждого проекта в рамках национального проекта
Риск, связанный со снижением доступности ипотечного кредитования из-за коронавируса	одна из целей национального проекта не будет достигнута.	высокий	высокий	критический	мониторинг рынка ипотечного кредитования анализ рынка ипотечного кредитования в других странах	2019–2022 гг. (возможно 2023 г. в зависимости от ситуации)
Риск ухода организаций с рынка строительства в связи с переходом на проектное финансирование	недостаточное количество строительных организаций, что влечет собой отставание от графиков реализации проекта.	высокий	средний	критический	разработка единой системы поиска подрядчиков пересмотр условий договоров с подрядчиками	Проводится перед началом каждого проекта в рамках национального проекта
Риски несогласованности реализации мероприятия по отдельным направлениям национального проекта на региональном и федеральном уровнях	недостижения показателей национального проекта и национальной цели	средний	высокий	критический	разработка нормативных документов по единым стандартам создание контролирующего отдела национального проекта организация встречи ответственных за национальный проект (ответственных за федеральный и региональный уровень)	2018–2024 гг. ежеквартально
Риск удорожания стоимости жилья при реализации Программы	недостижения показателей национального проекта и национальной цели	высокий	высокий	критический	- разработки комплекса мер государственного регулирования рынка, направленного на ограничение роста цен на жилье.	2019–2022 гг. (возможно 2023 г. в зависимости от ситуации)

информации и закрепляет аудиторские процедуры в соответствии с планируемыми работами (табл. 4). В зависимости от результатов проверки эти виды работ могут быть расширены, а источники и процедуры дополнены.

Большое значение имеет составление чек-листа как основы для следующих этапов аудита эффективности и прогнозирования возможных нарушений и внесения определенных корректировок в программу (табл. 5). Заполнение такого документа по результатам проверок федеральных проектов, включенных в национальный проект «Жилье и городская среда», позволило выявить множество недочетов и замечаний, например, недостатки в формировании нормативно-правовой базы, незапланированные риски недостижения показателей и наличие множества правонарушений, представленных в отчетах Счетной палаты, осуществляющих на сегодняшний день проверку эффективности и результативности национальных проектов.

На основании изученных Паспорта национального проекта «Жилье и городская среда» [9], Отчета Счетной палаты о результатах мероприятия «Мониторинг хода реализации мероприятий национального проекта «Жилье и городская среда» [6] с учетом полученных показателей результативности и факторов, перечисленных ранее, следует отметить, что при разработке национального проекта необходимо заранее прогнозировать и учитывать при распределении финансирования возможные риски и их покрытие. Это не только риски, связанные с форс-мажором, например, со снижением доступности ипотечного кредитования из-за коронавируса, но и с территориальной расположенностью региона, его климатическими условиями, наличием земельных участков. Кроме того, необходимо оценивать и предусматривать влияние на развитие проектов «традиционных» рисков, например, недостаточного финансирования, несоблюдения сроков реализации проектов, отсутствия средств из внебюджетных источников, прозрачности закупок и др.

В результате проведенного аудита эффективности, были выявлены риски и проведена их оценка, оценены размеры и вероятность наступления ущерба, а также предложены мероприятия по его устранению (табл. 6).

Выводы. Ввиду того, что на сегодняшний день не проводится аудит эффективности, а при проверке Счетной палаты национальных проектов оцениваются только качественные и

количественные показатели, представленные элементы методики позволят анализировать результативность проектов с точки зрения оценки ошибок и рисков проекта с специфики регионов, оперативности и периодичности проведения проверки. Это позволит рационально и своевременно перераспределять финансирование, оценивать необходимость и возможность реализации проектов в том или ином регионе.

В качестве основных рекомендаций по реализации национального проекта «Жилье и городская среда», учитываемых при разработке стратегии и программы аудита, необходимо отметить следующее:

разработку комплекса мер по своевременной минимизации рисков, выявленных в ходе реализации мероприятий национального проекта в 2019–2021 гг.;

корректировку показателей паспортов федеральных и региональных проектов с учетом отражения макроэкономической ситуации, например, коронавируса;

корректировку показателей паспортов федеральных и региональных проектов с учетом реальной достижимости субъектами Российской Федерации установленных им показателей;

корректировку паспорта федерального проекта «Ипотека» в части средств федерального бюджета, выделенных на реализацию программы льготного кредитования, а также выделение дополнительных средств на этот проект;

уточнение в паспорте проекта ресурсной, в том числе материальной базы;

включение в национальный проект показателей, характеризующих его взаимосвязь с иными национальными проектами;

внесение в национальный проект корректировки по оптимизации его сроков, в том числе с разбивкой по субъектам Российской Федерации;

возможность оперативной корректировки и постановки системы перераспределения средств между субъектами Российской Федерации.

Предлагаемые элементы аудита эффективности значительно повысят потенциал этого вида контрольной и экспертно-аналитической деятельности, а их распространение в процессе проверки поможет усовершенствовать систему государственного контроля и значительно повысить его качество.

Литература

1. Дайджест мониторинга национальных целей. Июль 2020 // Счётная палата Российской Федерации. URL: <https://ach.gov.ru/upload/pdf/ДАЙДЖЕСТ%20НАЦЕЛИ.pdf> (дата обращения 25.05.2022)
2. Corruption and International Trade: A Re-assessment with Intra-National Flows / S. Esteve-Pérez, S. Gil-Pareja, J. Paniagua, et al. // Economics - The Open-Access. 2021. Vol. 15. No.1. p. 187-198.
3. Díaz-Roldán C., Filho F., Silva Bichara J. Fiscal Rules in Economic Crisis: The Trade-off Between Consolidation and Recovery, from a European Perspective// Economics - The Open-Access. 2021. Vol. 15. No. 1. p. 199-216.
4. Paşa Adina T., Gherghina E., Picatoste X. Financial Literacy and Economic Growth: How Eastern Europe is

Doing?// Economics - The Open-Access. 2022. Vol. 16. No. 1. p. 27-42.

5. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 (ред. от 21.07.2020) «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297432/ (дата обращения 25.05.2022).

6. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Мониторинг хода реализации мероприятий национального проекта «Жилье и городская среда», в том числе своевременности их финансового обеспечения, достижения целей и задач, контрольных точек, а также качества управления». URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/697/6974665033576448bae98baa0e9626e4.pdf> (дата обращения 25.05.2022).

7. Методика аудиторской проверки: процедуры, советы, рекомендации: монография / Д. Ю. Самыгин, Н. Г. Барышников, А. А. Тусков и др.; под ред. Н. Г. Барышниковой. М.: ИНФРА-М, 2020. 231 с.

8. Алибеков Ш.И., Морунов В.В., Нурмухаметов И.Ф. Повышение качества аудита как основа развития аудиторской деятельности//Управленческий учет. 2022. № 4-3. С.772-777.

9. Паспорт национального проекта «Жилье и городская среда». URL: <http://static.government.ru/media/files/pgU5Ccz2iVew3Aoel5vDGsbJbDn4t7FI.pdf> (дата обращения 25.05.2022).

Сведения об авторах:

Каширская Людмила Васильевна – доктор экономических наук, профессор Департамента аудита и корпоративной отчетности Факультета налогов, аудита и бизнес-анализа, e-mail: kashirskaya76@mail.ru

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия.

Зурнадзьянт Юлия Александровна – кандидат экономических наук, доцент кафедры Экономики и управления здравоохранением с курсом последипломного образования, e-mail: julia.zur@yandex.ru

Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация.

AUDIT OF THE EFFECTIVENESS OF NATIONAL PROJECTS

L.V. Kashirskaya, Y.A. Zurnadzhlyants

Abstract. The purpose of the study is to improve the methodology for auditing the effectiveness of national projects through the use of standard audit elements. The tasks of developing and supplementing approaches to the standardization of the audit of the effectiveness of national projects were set and solved, in particular, a strategy, program, checklist and risk assessment were proposed as the basis of the audit methodology using the example of the national project “Housing and Urban Environment”. The methodological basis of the research is the system and process approaches to the problem under study. In the course of the research, general scientific methods of logical analysis and synthesis were used, in particular, analogies, typologies, generalizations. Based on the study of extensive empirical material, the results of the implementation of national projects, their financing and the possibility of making changes and adjustments to them are investigated. As a result, it was concluded that the Project Passports included insufficiently justified and resourced values of target indicators, and the values of indicators set by regions were not supported by sufficient organizational measures. In addition, regulatory and methodological documents do not include full-fledged methodological support for their development and implementation, being limited to general approaches and principles. Also, the parameters of the mutual influence of the national project “Housing and urban environment” on other national projects are not specified in the Passport of the national project and in other regulatory and methodological documents, and therefore it is not possible to fully assess the quality of such influence. The practical significance of the article is that the conclusions obtained on the basis of the proposed elements of the methodology for auditing the effectiveness of national projects, in particular, the procedure for drawing up a strategy, audit program, checklist and audit risk assessment, will allow us to develop optimal positions in the regulation and determination of financing of national projects.

Key words: control, audit, national projects, federal projects, housing, urban environment, mortgage, risks.

References

1. Digest of monitoring national goals. July 2020. [Internet] Accounts chamber of the Russian Federation. [cited 2022, May 25]. Available from: <https://ach.gov.ru/upload/pdf/DAIDZhEST%20NATsTsELI.pdf>

2. Esteve-Pérez S, Gil-Pareja S, Paniagua J. Corruption and international trade: a re-assessment with intra-national flows. Economics - The Open-Access. 2021; Vol.15. 1. 187-198 p.

3. Díaz-Roldán C, Filho F, Silva Bichara J. Fiscal rules in economic crisis: the trade-off between consolidation and recovery, from a European perspective. Economics - The Open-Access. 2021; Vol.15. 1. 199-216 p.

4. Paşa Adina T, Gherghina E, Picatoste X. Financial literacy and economic growth: How Eastern Europe is doing? Economics - The Open-Access. 2022; Vol.16. 1. 27-42 p.

5. Decree of the President of the Russian Federation No. 204 dated May 7, 2018 (as amended on July 21, 2020) “On the national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024”. [Internet]. Reference legal system Consultant. [cited 2022, May 25]. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297432/.

6. Report on the results of the expert-analytical event “Monitoring the implementation of the activities of the national project “Housing and Urban Environment”, including the timeliness of their financial support, the achievement of goals and objectives, milestones, as well as the quality of management”. [Internet]. [cited 2022, May 25]. Available from: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/697/6974665033576448bae98baa0e9626e4.pdf>.

7. Samygin DYu, Baryshnikov NG, Tuskov AA. Metodika auditorsoi proverki: protsedury, sovery, rekomendatsii: monografiya. [Audit methodology: procedures, advice, recommendations: monograph]. Moscow: INFRA-M. 2020; 231 p.

8. Alibekov ShI, Morunov VV, Nurmukhametov IF. [Improving the quality of audit as a basis for the development of audit activities]. Upravlencheskii uchet. 2022; 4-3. 772-777 p.

9. Passport of the national project “Housing and Urban Environment”. [Internet]. [cited 2022, May 25]. Available from: <http://static.government.ru/media/files/pgU5Ccz2iVew3Aoel5vDGsbJbDn4t7FI.pdf>.

Authors:

Kashirskaya Lyudmila Vasilievna - Doctor of Economics, Professor of Audit and corporate reporting Department of the Faculty of taxes, audit and business analysis, e-mail: kashirskaya76@mail.ru

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Zurnadzhlyants Yuliya Aleksandrovna – Ph.D. of Economic sciences, associate professor of the of Economics and Health Care Management Department with a postgraduate course, e-mail: julia.zur@yandex.ru

Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКАЯ КООПЕРАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ СЕЛЬСКОЙ ЭКОНОМИКИ**Ф.Н. Мухаметгалиев, Ф.Н. Авхадиев, Л.Ф. Ситдикова**

Реферат. Исследование проведено с целью изучения уровня развития сельскохозяйственной потребительской кооперации в сельской местности и разработки рекомендаций по совершенствованию направлений развития и обеспечения ее эффективного функционирования на основе использования элементов цифровизации. На сегодняшний день в Республике Татарстан (РТ) насчитывают менее 2 % К(Ф)Х, около 5 % хозяйств коллективного типа, менее 1 % ЛПХ. Принимаемые меры по развитию кооперации в сельской местности в последние четыре года имеют положительные результаты. Увеличение бюджетной поддержки в 3,4 раза позволило повысить численность действующих кооперативов 3,3 раза, способствовало росту численности членов кооперативного движения в 16 раз, росту суммы денежной выручки в 6 раз и отдачи бюджетной поддержки в 1,8 раза. При этом половина из зарегистрированных кооперативов не может наладить эффективную деятельность. Количество действующих кооперативов в муниципальных районах варьирует от 0 до 14, что в большинстве случаев связано с использованием административного ресурса местных органов власти по наращиванию их числа в ущерб реализации внутреннего механизма кооперативной солидарности. В РТ ведется пропаганда положительного опыта работы кооперативов и усиления мер господдержки развития малых форм хозяйствования и кооперации, объемы которых в 2021 г. составили 856,2 млн руб., в 2022 г. – 905,8 млн руб. Для эффективной работы потребительских кооперативов необходимо предусмотреть кластерный формат организации деятельности по территориальному принципу и осуществить перевод производственно-хозяйственных процессов на цифровую платформу, к цифровой системе управления по уровням и стадиям продвижения продукции с одновременной подготовкой кадров для использования программных разработок.

Ключевые слова: кооперативная система, сельскохозяйственный потребительский кооператив, аграрный бизнес, государственная поддержка, цифровизация, эффективность, рынок, аграрная сфера.

Введение. Множество кооперативных предприятий в мире жизнеспособны благодаря успешному сочетанию автономного характера ведения бизнеса и кооперативных принципов в организации хозяйственной деятельности. Эта форма ведения бизнеса основана на реализации доктрины, стимулирующей участие работников в экономической и социальной жизни, реализацию юридической ответственности на каждом этапе производства, распределения, обмена и потребления результатов деятельности, обучение новым навыкам и формирование ценностных ориентаций. На кооперативы приходится значительная доля в основных секторах экономики, особенно в таких, как сельское хозяйство, торговля, строительство, здравоохранение, образование, финансы и социальное обслуживание. Кооперативная система создала миллионы рабочих мест, обеспечивая заработную плату и услуги значительной части населения в различных странах мира [1, 2, 3].

Значимость кооперативной системы высока в регионах с развитым сельским хозяйством, с большой долей производства продукции субъектами среднего и малого аграрного бизнеса. Особую роль играют сельскохозяйственные потребительские кооперативы (СПК), выступающие в качестве системного многоцелевого хозяйствующего субъекта, участвующего в организации всех стадий производства конечного продукта и доведения его до потребителя. Формат их многогранной деятельности способствует ускорению оборота средств с минимальным участием посредни-

ков и позволяет аккумулировать добавленную стоимость в руках непосредственных участников производственно-экономического процесса, что служит основной функцией потребительской кооперации в повышении эффективности жизнедеятельности сельского населения [4, 5, 6]. В промышленно развитых странах для кооперативной системы характерно увеличение членского состава, капиталовложений и объемов бизнеса. Мировой опыт кооперации может быть обобщен и использован при становлении кооперативной системы Российской Федерации, выступающей как совокупность хозяйствующих субъектов, создающих товары и услуги для удовлетворения потребностей членов кооперативов и местного населения [7, 8, 9]. Несмотря на доказанный мировой практикой положительный результат деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов многие вопросы методологического и методического характера организации их эффективной деятельности не решены, что определяет актуальность исследования и разработки научно-практических предложений по совершенствованию деятельности таких организаций.

Цель исследования – изучение уровня развития сельскохозяйственной потребительской кооперации в сельской местности, разработка рекомендаций по совершенствованию направлений развития и обеспечению ее эффективного функционирования на основе использования элементов цифровизации.

Условия, материалы и методы исследования. Теоретической и методологической

основой исследования послужили труды ученых в области экономики сельского хозяйства и организации деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов. Работу проводили по материалам деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов Республики Татарстан. В работе использовали официальные нормативные документы, материалы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, официальные данные Росстата [10] и Татарстанстата [11], результаты собственных наблюдений авторов и социологических опросов, проведенных в отдельных муниципальных районах Республики Татарстан [12]. Для раскрытия тенденций развития сельскохозяйственных потребительских кооперативов и особенностей их функционирования использовали монографический, абстрактно-логический, расчетно-конструктивный, экономико-статистический и метод аналогии.

Анализ и обсуждение результатов исследования. Агропромышленный комплекс Республики Татарстан характеризуется устойчивыми темпами развития, показывая стабильные прогрессирующие результаты в отношении остальных секторов экономики. В решении проблем агропродовольственного направления на сегодня вовлечены 450 крупных и средних предприятий, 3006 крестьянских фермерских хозяйств (К(Ф)Х), 2,5...3 тыс. индивидуальных предпринимателей, более 472,4 тыс. личных подсобных хозяйств (ЛПХ) [12]. В развитии АПК особую роль играют малые формы хозяйствования, на долю которых в 2020 г. пришлось 49,8 % произведенной сельскохозяйственной продукции республики. Это один из ведущих секторов развития предпринимательства и повышения деловой активности на селе благодаря реализации федерально-региональных программ государственной поддержки в виде грантов субъектам малого предпринимательства в сельском хозяйстве [11].

С 1991 г. кооперативная система в Российской Федерации в условиях приватизации государственной собственности стала утрачивать свои принципы и функции; появились диспропорции между социальными и экономическими положениями, которые когда-то делали ее наиболее гуманной и привлекательной в стране. Современная экономическая система создает новые предпосылки и формы для развития кооперативов, которые оправдывают интерес к их деятельности и опыту стран, широко использующих преимущества таких предприятий в решении сложных проблем социально-экономического характера.

Принципы и ценности, лежащие в основе создания кооперативов, соответствуют такому в некоммерческой организации, которая стремится не к выгоде, а к удовлетворению потребностей совладельцев, тогда как рыночная экономика предполагает действие субъекта (кооператива) в конкурентных условиях в соответствии с законом спроса и предложе-

ния, что означает получение выгоды, обеспечивающей его жизнеспособность. Возникающие в результате противоречия требуют гибкости в управлении, организации и законодательстве.

Аграрный бизнес как динамичная сфера, находится в движении, меняется его численный и качественный состав, соотношение форм хозяйствования. По данным Росстата, в 2004 г. в России на долю сельскохозяйственных производственных кооперативов (СПК) приходилось 57 % от общей численности сельскохозяйственных организаций (СХО) страны, а к началу 2020 г. их доля сократилась до 20,8 %. [10]. Реорганизация и деколлективизация сельскохозяйственных предприятий, как первый этап реформ, привели к снижению популярности коллективных форм хозяйствования. Кроме того, этому способствовал принятый закон о банкротстве, который предусматривал недопустимость изъятия основных средств производства при банкротстве сельскохозяйственных кооперативов, что ограничило их доступ к кредитным ресурсам банков и другим заемным средствам. Однако кооперативы как одно из необходимых условий для организации нормального функционирования средних и малых форм хозяйствования не могли прекратить свое существование и исчезнуть из состава категорий сельскохозяйственных организаций. Сельское хозяйство, как отрасль, требует использования коллективных форм хозяйствования и организации производства. Это способствовало принятию органами управления агропромышленным комплексом решения о восстановлении кооперативных формирований в сельской местности. Зарубежный опыт свидетельствует, что в экономически развитых странах доля кооперативных форм хозяйствования в агропродовольственном секторе достигает 70 % [13, 14].

В современных условиях развития сельской экономики наиболее эффективной формой служат сельскохозяйственные потребительские кооперативы (СПоК), развитие которых поддерживает государство. Благодаря кооперативам мелкие и средние сельские товаропроизводители могут на равных условиях конкурировать с крупными компаниями. За последние пол века аграрные кооперативы экономически развитых государств превратились в ключевых игроков в рыночной цепочке поставок продовольствия и надёжных гарантов обеспечения продовольственной безопасности. Они решают многочисленные проблемы фермерских хозяйств и оказывают активное влияние на формирование аграрной политики своих стран. В Российской Федерации, вопреки ожиданиям, этот вид кооперации ещё не стал доминирующей или хотя бы типичной формой выстраивания хозяйственных связей внутри АПК. За последние восемь лет со стороны государственных органов в лице Министерства сельского хозяйства РФ (МСХ РФ) проводится целенаправленная работа по

Таблица 1 – Структура производства продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств в Республике Татарстан, % [11].

Показатель	Год				
	2016	2017	2018	2019	2020
Хозяйства всех категорий	100	100	100	100	100
в том числе:					
сельскохозяйственные организации	48,2	49,0	47,9	50,1	50,2
хозяйства населения	43,6	42,0	43,7	39,7	38,8
крестьянские (фермерские) хозяйства	8,2	9,0	8,4	10,2	11,0

превращению сельскохозяйственных потребительских бытовых и перерабатывающих кооперативов в эффективную форму организации деятельности малых форм хозяйствования и субъектов малого и среднего предпринимательства. Кооперативы сегодня охватывают менее 2 % К(Ф)Х, около 5 % хозяйств коллективного типа, менее 1 % ЛПХ. В общем объеме услуг, оказываемых представителями сельскохозяйственного производства, их доля составляет не более 1 % [12].

В сельском хозяйстве Республики Татарстан основными товаропроизводителями остаются сельскохозяйственные организации, обеспечивающие 50,2 % объема производства аграрной сферы экономики. За последние пять лет их доля увеличилась на 2,0 % (табл. 1). Так же удерживают свою нишу с незначительным приростом в структуре производства продукции сельского хозяйства за 2016–2020 гг. на 2,8 % крестьянские (фермерские) хозяйства. Сравнительный анализ динамики объемных показателей свидетельствует о росте производства в сельскохозяйственных организациях на 22,0 %, крестьянских (фермерских) хозяйствах – на 26,7 %. Доля личных подсобных хозяйств населения в структуре производства сократилась на 4,3 %, однако объем продукции остался на прежнем уровне. В результате реализации аграрной политики достигнут рост производства, о чем свидетельствуют показатели индекса физического объема продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств (табл. 2).

Это стало возможным благодаря механизации, автоматизации и цифровизации выполнения технологических процессов, и, как следствие, повышению производительности и привлекательности сельского труда в разных категориях хозяйств, что делает очевидными преимущества крупных форм аграрного бизнеса,

владеющих значительными финансовыми, материальными и кадровыми ресурсами. Эффективная деятельность малых и средних предприятий в отрасли возможна только при правильно подобранных механизмах взаимодействия в рамках кооперации и интеграции на сельских территориях.

В 2017 г. в России по инициативе центральной государственной власти дан старт новой волне стимулирования развития сельскохозяйственной потребительской кооперации путем включения ее в качестве одного из приоритетных направлений в паспорт национального проекта «Малый бизнес и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы». На этой основе с 2019 г. реализуется федеральный проект «Создание системы поддержки фермеров и развития сельской кооперации», в соответствии с которым в регионах, в том числе в Республике Татарстан разработаны соответствующие программы с учетом местных особенностей, накопленного опыта развития кооперативной системы на селе [12]. Принимаемые меры показывают положительные результаты (табл. 3).

Число работающих сельскохозяйственных потребительских кооперативов в Республике Татарстан за последние 4 года увеличилась более чем в 3 раза, что сопровождалось ростом бюджетной поддержки в 3,4 раза и численности членов кооперативного движения в 16 раз, повышением суммы денежной выручки в 6 раз. Однако значительная часть зарегистрированных кооперативов не может наладить эффективную деятельность. Многие из них реорганизовываются или проходят перерегистрацию в другие организационно-правовые формы. Руководители создаваемых кооперативов за частую не имеют должного уровня юридических знаний, практического опыта работы и нуждаются в поддержке при решении

Таблица 2 – Индексы производства продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств (в сопоставимых ценах), % к предыдущему году [11]

Год	Хозяйства всех категорий	в том числе		
		сельскохозяйственные организации	хозяйства населения	крестьянские (фермерские) хозяйства
2016	104,9	104,3	103,8	115,4
2017	104,9	109,6	97,0	119,5
2018	97,0	92,6	103,1	91,1
2019	103,5	106,0	97,1	120,9
2020	104,2	105,8	100,9	109,8

Таблица 4 – Государственная поддержка развития малых форм хозяйствования и кооперации в Республике Татарстан (по данным МСХиП РТ), млн руб.

Вид государственной поддержки	2021 г.	2022 г.
Развитие семейных ферм	315,9	250
Развитие сельскохозяйственной потребительской кооперации	191,3	254,3
Субсидии кооперативам по национальному проекту	180,3	208,8
Агростартап	161	160,4
Агропрогресс	7,7	16,3
Развитие сельского туризма	-	16,0
Всего	856,2	905,8
в том числе из федерального бюджета	575	610,2
из республиканского бюджета	281,2	295,6

усилены меры государственной поддержки развития малых форм хозяйствования и кооперации (табл. 4). Меры государственного воздействия на развитие кооперативной системы из года в год возрастают: в 2022 г. расходы из федерального бюджета увеличились, по сравнению с 2021 г., на 6 % и достигли 610,2 млн руб., из республиканского – соответственно на 5 % и до 295,6 млн руб.

Отечественная кооперация пребывает на начальном этапе своего становления. Существующие кооперативы в основном небольшие и функционируют как организации компенсационного типа. Только некоторые из них влияют на рыночную ситуацию в границах своего региона (табл. 5). Примерами эффективной деятельности кооперативов служат «Елмай» Высокогорского района и «Индейка» Зеленодольского района, в которых сумма денежной выручки на 1 члена кооператива превышает 4 млн руб., а на работника – 20 млн руб.

В создании условий для успешной организации работы сельскохозяйственных потребительских кооперативов важную роль играет перевод многих процессов на цифровую платформу как современное направление расширения возможностей для малых и средних субъектов хозяйствования кооперативного типа. Конкурентная среда вынуждает их предлагать свои товары и услуги потребителям на максимально выгодных условиях. В поиске новых способов достижения цели необходимо использовать новые технологии, применять инновации в своей деятельности. Поэтому часть взаимодействия кооперативов и потребителей сельскохозяйственных товаров перемещается

в сеть Интернет. Рынок производства и реализации как сфера предпринимательской деятельности подвержен изменениям. Имея доступ к сети Интернет потребитель сельскохозяйственной продукции может наблюдать и участвовать в процессе ее создания. Информационные технологии стали особо актуальными в условиях ухудшения экологической ситуации и озабоченности потребителей вопросами безопасности продуктов питания. Переход к цифровой экономике сопровождается трансформационными процессами во всех отраслях аграрного сектора, где в силу различных причин они идут с определенным отставанием. Однако этот сектор IT-рынка очень перспективен.

Система управления СПК сложна в силу специфики аграрного бизнеса, связанного с наличием непредсказуемых природно-биологических факторов (зависимость результатов производства от погоды, сезонность работ, разрыв времени между затратами и получением продукции и др.), которые необходимо учитывать при принятии оперативных и стратегических управленческих решений. В связи с этим, при построении цифровой платформы управления должен быть реализован системный подход, последовательно включающий базовые уровни от создания продуктов до финансовых результатов. Существует множество цифровых продуктов для управления бизнес-процессами в аграрном секторе экономики, к которым можно отнести «1С – предприятие», элементы «точного земледелия», «управление стадом», «умная ферма», «умный склад» и др. [15]. Однако не все возможности и инструменты этих программных продуктов использова-

Таблица 5 – Эффективные сельскохозяйственные потребительские кооперативы Республики Татарстан за 2020 г. (по данным МСХиП РТ)

Район	Кооператив	Сумма денежной выручки, млн руб.	Количество членов, ед.	Количество работников, чел.	Сумма денежной выручки на:	
					1 члена кооператива, тыс. руб.	1 работника кооператива, тыс. руб.
Высокогорский	Елмай	1800	416	70	4326,9	25714,3
Муслюмовский	Фаиза	455	375	44	1213,3	10340,9
Зеленодольский	Индейка	219	52	10	4211,5	21900,0
Лаишевский	Каусар	65	32	32	2031,3	2031,3
Лаишевский	Заготовитель	50	95	15	526,3	3333,3
Кукморский	Монокорм	31	75	39	413,3	794,9
Муслюмовский	Агролидер	11	22	6	477,3	1750,0

ны, не все предлагаемые разработчиками решения нашли эффективное применение в практике управления в силу отсутствия системного подхода при проектировании и освоении цифровых технологий управления. На базе сформулированных методологических принципов, подходов и требований к цифровой системе управления хозяйствующими субъектами предложен вариант ее построения по уровням и стадиям продвижения продукции, а также выполнения организационно-экономических и технологических процессов: персонал – управление персоналом; мониторинг природных систем и процессов; ресурсы – управление использованием ресурсов; технологии – управление технологиями; бизнес-процессы – управление бизнес-процессами; продукты – управление ассортиментом и качеством продуктов; анализ финансово-экономических показателей – результатов бизнес-процессов. Построение системной поэтапной работы по логической цепочке продвижения производственно-экономических процессов, товаров и услуг в параллельной подготовке кадров для использования программных разработок несомненно даст новый импульс в развитии кооперативной системы.

Важным условием служит разработка нововведений в области налогообложения, страхования и кредитования кооперативных формирований. Необходимо предусмотреть кластерный формат организации деятельности СПК по территориальному принципу, расширяя их сферы деятельности путем предоставления возможности участия в этих кооперативах других субъектов хозяйствования, находящихся в сельской местности и занимающихся производством товаров и изделий сельской промышленности, согласных взаимодействовать

на условиях и принципах организации деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов. Особое внимание при этом следует уделить подготовке и повышению квалификации специалистов на базе высших и средних учебных заведений, научно-исследовательских учреждений, разработке научных рекомендаций по формированию и совершенствованию деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов.

Выводы. Одним из факторов, характеризующих положительный результат развития СПК в Республике Татарстан, служит увеличение бюджетной поддержки в 3,4 раза, что способствовало росту численности действующих кооперативов в 3,3 раза, членов кооперативного движения – в 16 раз, суммы денежной выручки – в 6 раз и отдачи бюджетной поддержки – в 1,8 раза. В то же время половина из зарегистрированных кооперативов не может наладить эффективную деятельность. Число действующих кооперативов в муниципальных районах варьирует от 0 до 14, что в большинстве случаев связано с использованием административного ресурса местных органов власти по наращиванию количества созданных кооперативов в ущерб реализации внутреннего механизма кооперативной солидарности. В РТ ведется пропаганда положительного опыта работы кооперативов. Для эффективной работы потребительских кооперативов необходимо предусмотреть кластерный формат организации деятельности по территориальному принципу и осуществить перевод производственно-хозяйственных процессов на цифровую платформу, к цифровой системе управления по уровням и стадиям продвижения продукции с одновременной подготовкой кадров для использования программных разработок.

Литература

1. Хафизов Д. Ф., Мухаметгалиев Ф. Н., Хисматуллин М. М. Особенности современного этапа развития многоукладной экономики // Вестник Казанского ГАУ. 2018. Т. 13. № 3(50). С. 157–161. doi: 10.12737/article_5bcf5796f419c6.52367082.
2. Priority areas of development of agricultural entrepreneurship in the regions of the Russian Federation / A.R. Battalova, R. S. Tukhvatullin, F.N. Mukhametgaliev, et al. // International Journal on Emerging Technologies. 2019. Vol. 10. No 2. P. 133–136.
3. Хафизов Д. Ф., Исайчева Е. С. Развитие форм хозяйствования в аграрной сфере за 20 лет реформирования экономики // Вестник Казанского ГАУ. 2011. Т. 6. № 1(19). С. 82–84.
4. Салахутдинов Ф. Н., Хисматуллин М.М., Исхаков И. Р. Альтернативные модели финансирования для малых и средних форм хозяйствования в АПК // Вестник Казанского ГАУ. 2011. Т. 6. № 2(20). С. 52–54.
5. A multi-criteria approach to assessing the effectiveness of the creation and development of integrated agricultural formations / S. M. Gazetdinov, M. K. Gazetdinov, O. S. Semicheva, et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Dushanbe, Virtual, 2019. P. 012097.
6. Comparative evaluation of productivity of ryegrass and ryegrass-goatling grass stands affected by different mineral and organomineral nutrition / M. M. Khismatullin, M. M. Khismatullin, L. T. Vafina, et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: The proceedings of the conference AgroCON-2019, 2019. Kurgan: IOP Publishing Ltd. P. 012109. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012109.
7. Вопросы развития малых форм хозяйствования и кооперации в сельской местности / Ф.Н. Мухаметгалиев, Д. Ф. Хафизов, М. М. Хисматуллин, и др. // Вестник Казанского ГАУ. 2019. Т. 14. № 1(52). С. 138–144. doi: 10.12737/article_5ccedf76d50a12.50893731.
8. State regulation of the development of small business forms / L. Mikhailova, F. Avkhadiev, N. Asadullin, et al. // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Kazan: EDP Sciences, 2020. P. 00095. doi: 10.1051/bioconf/20202700095.
9. Reserves for improving the efficiency of integrated formations / Sh. M. Gazetdinov, M. Kh. Gazetdinov, O. S. Semicheva, et al. // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and

Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”, Kazan, 2019. Kazan: EDP Sciences, 2020. P. 00026. doi: 10.1051/bioconf/20201700026.

10. Федеральная служба государственной статистики РФ. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2021.pdf дата обращения 20.04.2022).

11. Сельское хозяйство Республики Татарстан, статистический сборник. Татарстанстат, Казань, 2021. 106 с.

12. Итоги социально-экономического развития Республики Татарстан в 2020 г. URL: https://mert.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_2678510.pdf (дата обращения 15.05.2022).

13. Якушкин Н. М., Гайнутдинов И.Г., Губайдуллин Р. Г. Малые формы хозяйствования в Республике Татарстан: состояние, тенденции и проблемы развития // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 12. С. 72–77.

14. Гайнутдинов И. Г. Малый аграрный бизнес: понятие, организационно-правовые формы и критерии классификации // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 2. С. 6–9.

15. Анализ и тенденции развития сельского хозяйства в условиях цифровизации / А. К. Субаева, М. Н. Калимуллин, М. М. Низамутдинов и др. // Вестник Казанского ГАУ. 2022. Т. 17. № 1(65). С. 135–141. doi:10.12737/2073-0462-2022-135-141.

Сведения об авторах:

Мухаметгалiev Фарит Нургалievич – доктор экономических наук, профессор, e-mail: fem59@mail.ru;

Авхадiev Фаяз Нурисламович – кандидат экономических наук, доцент, e-mail: fn1973@mail.ru;

Ситдикова Ландыш Фаритовна – кандидат экономических наук, доцент.

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

AGRICULTURAL CONSUMER COOPERATION IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF RURAL ECONOMY

F.N. Mukhametgaliev, F.N. Avkhadiev, L.F. Sitdikova

Abstract. Currently, cooperatives in the Republic of Tatarstan cover only less than 2% of collective farms, about 5% of collective farms, less than 1% of household farms. The analysis of regional experience in the development of cooperation in the Republic of Tatarstan showed that the measures taken to develop cooperation in rural areas in the last four years have positive results. The increase of budget support for the last four years allowed to increase the number of operating cooperatives 3,3 times, contributed to the growth of cooperative movement members by 16 times, the growth of monetary gain by 6 times and return of budget support by 1,8 times. At the same time, almost half of the registered cooperatives are not able to establish effective activities. The number of operating cooperatives in municipal districts varies from 0 to 14, which in most cases is connected with the use of administrative resources of local authorities on the external influence of cooperative development on the increase of the number of established cooperatives to the detriment of the implementation of the internal mechanism of cooperative solidarity. In the Republic of Tatarstan there is conducted work on activation of cooperative movement due to the promotion of positive experience of cooperatives and strengthening of measures of state support of small forms of management and cooperative development, the volume of which made 856,2 million rubles in 2021, 905,8 million rubles in 2022. To ensure the effective functioning of agricultural consumer cooperatives it is necessary to provide a cluster format for the organization of agricultural consumer cooperatives on a territorial basis and to transfer production and economic processes to a digital platform, to a digital management system by levels and stages of product promotion with simultaneous training for the use of software developments.

Keywords: cooperative system, agricultural consumer cooperative, agricultural business, state support, improvisation, efficiency, market, agricultural sphere.

References

1. Khafizov D. F., Mukhametgaliev F. N., Khismatullin M. M. Features of the modern stage of development of a multi-structural economy // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2018. V. 13. No. 3(50). pp. 157–161. doi: 10.12737/article_5bcf5796f419c6.52367082.

2. Priority areas of development of agricultural entrepreneurship in the regions of the Russian Federation / A.R. Batalova, R. S. Tukhvatullin, F. N. Mukhametgaliev, et al. // International Journal on Emerging Technologies. 2019 Vol. 10. No. 2, pp. 133–136.

3. Khafizov D. F., Isaicheva E. S. Development of forms of management in the agrarian sector over 20 years of reforming the economy // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2011. V. 6. No. 1(19). pp. 82–84.

4. Salakhutdinov F. N., Khismatullin M. M., Iskhakov I. R. Alternative financing models for small and medium-sized businesses in the agro-industrial complex // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2011. V. 6. No. 2(20). pp. 52–54.

5. A multi-criteria approach to assessing the effectiveness of the creation and development of integrated agricultural formations / S. M. Gazetdinov, M. K. Gazetdinov, O. S. Semicheva, et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Dushanbe, Virtual, 2019. P. 012097.

6. Comparative evaluation of productivity of ryegrass and ryegrass-goatling grass stands affected by different mineral and organomineral nutrition / M. M. Khismatullin, M. M. Khismatullin, L. T. Vafina, et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: The proceedings of the conference AgroCON-2019, 2019. Kurgan: IOP Publishing Ltd. P. 012109. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012109.

7. Issues of development of small forms of management and cooperation in rural areas / F.N. Mukhametgaliev, D.F. Khafizov, M.M. Khismatullin, et al. // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2019. V. 14. No. 1(52). pp. 138–144. doi: 10.12737/article_5ccedf76d50a12.50893731.

8. State regulation of the development of small business forms / L. Mikhailova, F. Avkhadiev, N. Asadullin, et al. // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Kazan: EDP Sciences, 2020. P. 00095. doi: 10.1051/bioconf/20202700095.

9. Reserves for improving the efficiency of integrated formations / Sh. M. Gazetdinov, M. Kh. Gazetdinov, O. S. Semicheva, et al. // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”, Kazan, 2019. Kazan: EDP Sciences, 2020. P. 00026. doi: 10.1051/

bioconf/20201700026.

10. Federal State Statistics Service of the Russian Federation. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2021.pdf Accessed 20.04.2022).

11. Agriculture of the Republic of Tatarstan, statistical collection. Tatarstanstat, Kazan, 2021. 106 p.

12. Results of the socio-economic development of the Republic of Tatarstan in 2020. URL: https://mert.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_2678510.pdf (Accessed 15.05.2022).

13. Yakushkin N. M., Gainutdinov I. G., Gubaidullin R. G. Small forms of management in the Republic of Tatarstan: state, trends and problems of development // Achievements of Science and Technology of APK. 2017. V. 31. No. 12. S. 72–77.

14. Gainutdinov I. G. Small agrarian business: concept, organizational and legal forms and classification criteria // Achievements of Science and Technology of APK. 2012. No. 2. P. 6–9.

15. Analysis and trends in the development of agriculture in the context of digitalization / A. K. Subaeva, M. N. Kalimullin, M. M. Nizamutdinov et al. // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2022. V. 17. No. 1(65). pp. 135–141. doi:10.12737/2073-0462-2022-135-141.

Authors:

Mukhametgaliev Farit Nurgalievich - Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Agricultural Production Organization, e-mail: fem59@mail.ru

Avkhadiev Fayaz Nurislamovich - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Organization of Agricultural Production, e-mail: fn1973@mail.ru

Sitdikova Landysh Faritovna - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Organization of Agricultural Production, e-mail: sitdikovalandysh@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

**УПРАВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
КОРПОРАТИВНЫХ ФИНАНСОВ****Г. Я. Остаев, С. Ю. Ильин, Г.С. Клычова, А.Р. Закирова, А.Ф. Дятлова, В.И. Хоружий**

Реферат. Исследование проведено с целью разработки методики комплексной оценки устойчивости корпоративных финансов на основе системной формализации общих и частных индикаторов. Предложенная методика позволяет оперативно выявлять и ранжировать резервы по достижению оптимальных конечных параметров. В круг задач исследования входит определение промежуточных статических (результативность и затратность) и динамических (изменения результативности и затратности) финансовых показателей и их объединение для логического сочетания через абсолютно репрезентативный набор расчетных зависимостей. Они необходимы корпорациям для управления и анализа эффективности и интенсификации денежных потоков как конечных индикаторов, используемых для определения состоятельности предпринимательских идей и конкурентоспособности в коммерческой сфере. Методика исчисления показателей построена на синтезе положений, изложенных в общеметодологических и специализированных литературных источниках. Она целиком адаптирована к современной рыночной конъюнктуре и финансовой среде корпораций, так как предусматривает весь перечень проводимых ими денежных операций, соответствует смысловому содержанию понятия управления корпоративной финансовой устойчивости, воплощенной в прямых и косвенных доходах и расходах точечного и диапазонного характера. Предложенные подходы к исчислению показателей могут стать надежным инструментарием управления предприятием при проведении анализа устойчивости функционирования финансов, с использованием которого возможны объективные выводы по принятию решений, необходимых для оптимизации денежных поступлений и платежей.

Ключевые слова: управление, оценка, корпоративные финансы, финансовая устойчивость, статические и динамические показатели

Введение. Современные преобразования экономики, социальной и политической жизни общества напрямую воздействуют на любые производственные сферы [1, 2]. Например, пандемия COVID-19 затронула как малые предприятия, так и крупные промышленные холдинги и корпорации во многих отраслях экономики [3]. Изменение структуры спроса, покупательной способности, новые санитарные нормы, а также возникающие дополнительные проблемы в производственных и логистических процессах накладывают отпечаток на рынок и доходность компаний [4].

В условиях определенного риска на рынке от организации требуется разработка новых подходов для повышения эффективности деятельности, а также расширения перспектив его развития. Финансовая, налоговая и управленческая информация, а также целевые, прогнозно-бюджетные и смоделированные имитационные условия функционирования бизнеса с учетом различных факторов и угроз внутренней и внешней среды формируются в системе управления.

Денежно-финансовые отношения регулирует финансовая политика, которая должна быть направлена на повышение конкурентоспособности производимой продукции, а также достижение стратегических и тактических целей развития предприятия. В процессе эффективного управления финансовой политикой достигаются основные цели и задачи функционирования предприятия, зафиксированные в учредительных документах; увеличиваются объемы продаж, прибыль и рентабельность активов, повышается платежеспособность и ликвидность экономического субъекта.

Для определения приоритетных направлений развития необходимо проводить мониторинг и оценивать финансовые и иные показатели деятельности, характеризующие устойчивость предприятия [5], которая зависит от комплекса социально-экономических, политических и природно-климатических факторов. В экономической литературе их классифицируют по определенным признакам (рис. 1).

Классификация зависит от оперативных и стратегических целей развития предприятия, технологических особенностей и стадий производственно-финансового цикла, профессиональной компетентности руководства экономического субъекта. Основопологающей в системе управления финансовой устойчивостью с точки зрения стратегического аспекта развития экономического субъекта служит классификация факторов в зависимости от места их возникновения. Внутренние факторы напрямую зависят от организации финансово-хозяйственной деятельности предприятия. К ним можно отнести соотношение дебиторской и кредиторской задолженности, сложившуюся амортизационную и инвестиционную политику, размеры финансовых результатов; технологию производства, уровень технического оснащения и автоматизации производства, цифровизации экономики [7]. Внешние факторы носят объективный характер и, как правило, практически не зависят от экономического субъекта. Например, сложившаяся в стране и регионе экономическая, инвестиционная и финансово-кредитная политика; требования законодательных и нормативных актов, регулирующих финансово-хозяйственную дея-

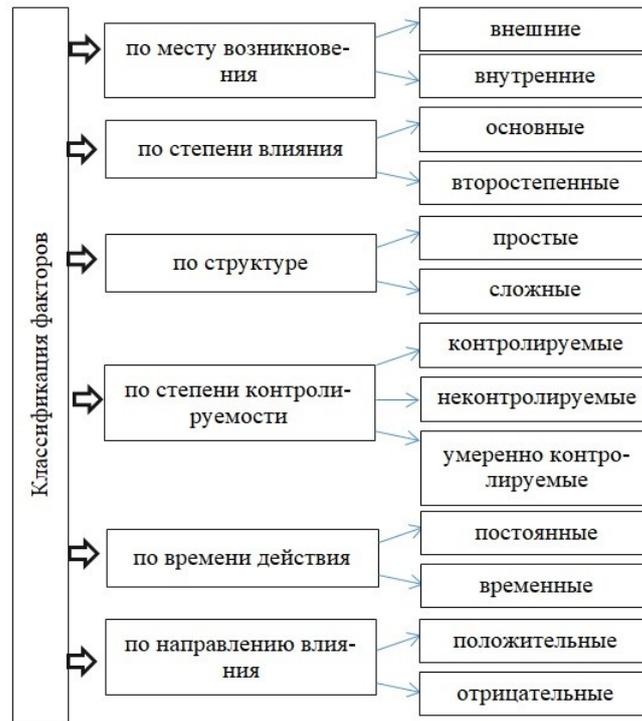


Рис. 1 – Классификация факторов, влияющих на финансовую устойчивость [6].

тельность предприятия; принципы и методы государственного регулирования экономики.

Развитие крупного бизнеса относится к одному из приоритетных направлений формирования и укрепления национального экономического потенциала, поскольку занятые в нем субъекты приносят наибольшую денежную выгоду благодаря интенсивной мультипликации доходов и прибыли, гипертрофической концентрации имеющихся ресурсов и технологий [8].

Необходимо изучение финансовой устойчивости корпораций, а именно, идентифицирующих ее показателей, по которым возможно оценивать бизнес, делать объективные выводы и разрабатывать эффективные направления, способствующие удовлетворению стратегических и тактических интересов с максималь-

ным результатом и минимальными затратами за конкретный временной период (чаще год) и за совокупность временных периодов (чаще за несколько лет), то есть статических (точечных) и динамических (диапазонных) показателей устойчивости функционирования корпоративных финансов. К статическим показателям можно причислить совокупную результативность и затратность, а к динамическим – изменение совокупного результата и изменение совокупных затрат под их воздействием, что не нарушает классического представления об устойчивости и в то же время модифицирует и детализирует органичность итоговых (конечных) и составных (промежуточных) оцениваемых финансовых индикаторов, на которые корпорациям нужно ориентироваться (рис. 2).



Рис. 2 – Индикаторы управления и оценки устойчивости функционирования корпоративных финансов (разработано авторами).

Цель исследования заключается в построении методики комплексной оценки устойчивости корпоративных финансов на основе системной формализации общих и частных индикаторов. Полученные результаты позволят оперативно выявлять и ранжировать резервы по достигнуто оптимальных конечных параметров.

Условия, материалы и методы. В задачу исследования входит определение интересующих нас промежуточных статических и динамических финансовых показателей и их объединение для логического сочетания через абсолютно репрезентативный набор расчетных зависимостей. Для этого применяли расчетно-конструктивный метод и, опираясь на него, путем интегрирования аддитивных, мультипликативных и кратных связей строили структуру из искомым конечных и промежуточных стоимостных показателей, полностью сопоставленную с корпоративной предпринимательской средой.

Информационной базой для выполнения исследования послужили общеметодологические и специализированные труды в области корпоративных финансов и управления ими в сложившихся конъюнктурных условиях [9, 10, 11]. В них рассмотрены проблемы применимости концепций финансового менеджмента в условиях жизнедеятельности предприятия, а также вопросы глобализации корпоративных финансов как одного из элементов системы финансового управления социально-экономическим развитием страны.

Кроме того, в работе учитывали современную эволюцию управленческих моделей в корпоративных финансах и механизм функционирования и регулирования финансов и корпоративного контроля [12, 13, 14], которые принимают во внимание финансовые стратегии, оптимизацию ценообразования и налоговый менеджмент компаний.

Для построения методики оценки были отобраны показатели, обобщенно выражающие результативность корпоративных финансов и затратность (статические показатели устойчивости их функционирования) по прибыли.

Результаты и обсуждение. Совокупная затратность корпоративных финансов по прибыли служит одним из важнейших индикаторов осуществляемой экономическими субъектами деятельности, соотносимой непосредственно и опосредованно с расходами на обслуживание денежных потоков, которые образуют финансовый результат:

$$PT_{кф(n)} = \frac{ОП_к}{P_{к(мдн)} + P_{к(удн)} + P_{к(фдн)}}, \quad (1)$$

где $PT_{кф(n)}$ – совокупная результативность корпоративных финансов по прибыли;

$ОП_к$ – общая прибыль корпорации, руб.;

$P_{к(тдп)}$ – расходы корпорации по обслуживанию текущих денежных потоков, руб.;

$P_{к(идп)}$ – расходы корпорации по обслуживанию инвестиционных денежных потоков, руб.;

$P_{к(фдп)}$ – расходы корпорации по обслужи-

ванию финансовых денежных потоков, руб.;

$$ЗТ_{кф(n)} = \frac{P_{к(мдн)} + P_{к(удн)} + P_{к(фдн)}}{ОП_к}, \quad (2)$$

где $ЗТ_{кф(n)}$ – совокупная затратность корпоративных финансов по прибыли.

Разложив каждый из этих результирующих показателей эффективности корпоративных финансов на индикаторы второго порядка (результат и затраты корпораций), отталкиваясь от их обратно пропорциональной зависимости, получим детализированную структуру, представляющую собой цепь кратных факторных показателей (результативности к затратности и затратности к результативности) в системе финансов на корпоративном уровне:

$$PT_{кф(n)} = \frac{1}{\frac{P_{к(мдн)}}{ОП_к} + \frac{P_{к(удн)}}{ОП_к} + \frac{P_{к(фдн)}}{ОП_к}} = \frac{1}{ЗТ_{кф(тдп)} + ЗТ_{кф(идп)} + ЗТ_{кф(фдп)}} \quad (3)$$

где $ЗТ_{кф(тдп)}$ – затратность корпоративных финансов по текущей прибыли;

$ЗТ_{кф(идп)}$ – затратность корпоративных финансов по инвестиционной прибыли;

$ЗТ_{кф(фдп)}$ – затратность корпоративных финансов по финансовой прибыли;

$$ЗТ_{кф(n)} = \frac{1}{\frac{1}{P_{к(мдн)}} + \frac{1}{P_{к(удн)}} + \frac{1}{P_{к(фдн)}}} = \frac{1}{\frac{1}{PT_{кф(тдп)}} + \frac{1}{PT_{кф(идп)}} + \frac{1}{PT_{кф(фдп)}}} \quad (4)$$

где $PT_{кф(тдп)}$ – результативность корпоративных финансов по текущей прибыли;

$PT_{кф(идп)}$ – результативность корпоративных финансов по инвестиционной прибыли;

$PT_{кф(фдп)}$ – результативность корпоративных финансов по финансовой прибыли.

Исчисление совокупной результативности (3) наглядно отражает степень зависимости общей (интегральной) прямой эффективности от частных (индивидуальных) показателей косвенной эффективности, а исчисление совокупной затратности (4) – степень зависимости общей (интегральной) косвенной эффективности от частных (индивидуальных) показателей прямой эффективности корпоративных финансов. Вместе они создают для корпорации статическую монолитность оцениваемых относительных стоимостных параметров. Поскольку все интересующие нас параметры эффективности – переменные величины и подвержены изменению, корпорации нужно владеть информацией о том, насколько существенно влияют изменения результативности и затратности на экономический эффект, раскрывающий устойчивость функционирования корпоративных финансов (изменения общей прибыли и общих расходов по обслуживанию денежных потоков) в динамическом измерении сначала в обобщенном (5, 6), а потом в детализированном (7, 8) виде:

$$\Delta ОП_к (PT_{кф(n)}) = \left[\frac{ОП_{к1}}{P_{к(мдн)1} + P_{к(удн)1} + P_{к(фдн)1}} - \frac{ОП_{к0}}{P_{к(мдн)0} + P_{к(удн)0} + P_{к(фдн)0}} \right] * ОП_{к(дн)1} \quad (5)$$

где $\Delta ОП_к (PT_{кф(n)})$ – изменение общей прибыли корпорации путем изменения результативности их финансов по прибыли, руб.;

$OP_{к1}$ – отчетная общая прибыль корпорации, руб.;

$P_{к(тдп)1}$ – отчетные расходы корпорации по обслуживанию текущих денежных потоков, руб.;

$P_{к(идп)1}$ – отчетные расходы корпорации по обслуживанию инвестиционных денежных потоков, руб.;

$P_{к(фдп)1}$ – отчетные расходы корпорации по обслуживанию финансовых денежных потоков, руб.;

$OP_{к0}$ – базисная общая прибыль корпорации, руб.;

$P_{к(тдп)0}$ – базисные расходы корпорации по обслуживанию текущих денежных потоков, руб.;

$P_{к(идп)0}$ – базисные расходы корпорации по обслуживанию инвестиционных денежных потоков, руб.;

$P_{к(фдп)0}$ – базисные расходы корпорации по обслуживанию финансовых денежных потоков, руб.;

$OP_{к(дп)1}$ – отчетные общие расходы корпорации по обслуживанию денежных потоков, руб.;

$$\Delta OP_{к(дп)}(3T_{кфп}) = \left[\frac{P_{к(мдп)1} + P_{к(удп)1} + P_{к(фдп)1}}{OP_{к1}} - \frac{P_{к(мдп)0} + P_{к(удп)0} + P_{к(фдп)0}}{OP_{к0}} \right] * OP_{к1} \quad (6)$$

где $\Delta OP_{к(дп)}(3T_{кфп})$ – изменение общих расходов корпораций по обслуживанию денежных потоков путем изменения затратности их финансов по прибыли, руб.;

$$\Delta OP_{к}(PT_{кфп}) = \left[\frac{\frac{P_{к(мдп)1}}{OP_{к1}} + \frac{P_{к(удп)1}}{OP_{к1}} + \frac{P_{к(фдп)1}}{OP_{к1}}}{1} - \frac{P_{к(мдп)0}}{OP_{к0}} + \frac{P_{к(удп)0}}{OP_{к0}} + \frac{P_{к(фдп)0}}{OP_{к0}} \right] * OP_{к(дп)1} \quad (7)$$

$$\Delta OP_{к(дп)}(3T_{кфп}) = \left[\frac{\frac{1}{\frac{OP_{к1}}{P_{к(тдп)1}} + \frac{OP_{к1}}{P_{к(идп)1}} + \frac{OP_{к1}}{P_{к(фдп)1}}} - \frac{1}{\frac{OP_{к0}}{P_{к(тдп)0}} + \frac{OP_{к0}}{P_{к(идп)0}} + \frac{OP_{к0}}{P_{к(фдп)0}}}} \right] * OP_{к1} \quad (8)$$

По аналогии с методикой оценки статических показателей можно сформировать методику оценки динамических показателей устойчивости функционирования корпоративных финансов. Она позволит определить расчетную взаимосвязь между изменениями общей прибыли и общих расходов по обслуживанию денежных платежей по прибыли и частной прибыльности и частной расходности (формулы 9, 10), путем преобразования формул (7) и (8), предназначенных для их детализации:

$$\Delta OP_{к}(PT_{кфп}) = \left[\frac{3T_{кн(мдп)1} + 3T_{кн(удп)1} + 3T_{кн(фдп)1}}{1} - \frac{3T_{кн(мдп)0} + 3T_{кн(удп)0} + 3T_{кн(фдп)0}}{1} \right] * OP_{к(дп)1} \quad (9)$$

где $3T_{к(тдп)1}$ – отчетная затратность корпоративных финансов по текущей прибыли;

$3T_{к(идп)1}$ – отчетная затратность корпоративных финансов по инвестиционной прибыли;

$3T_{к(фдп)1}$ – отчетная затратность корпоративных финансов по финансовой прибыли;

$3T_{к(тдп)0}$ – базисная затратность корпоративных финансов по текущей прибыли;

$3T_{к(идп)0}$ – базисная затратность корпоративных финансов по инвестиционной прибыли;

$3T_{к(фдп)0}$ – базисная затратность корпоративных финансов по финансовой прибыли;

$3T_{к(фдп)0}$ – базисная затратность корпоративных финансов по финансовой прибыли;

$$\Delta OP_{к(дп)}(3T_{кфп}) = \left[\frac{\frac{1}{PT_{кн(мдп)1}} + \frac{1}{PT_{кн(удп)1}} + \frac{1}{PT_{кн(фдп)1}}}{\frac{1}{PT_{кн(мдп)0}} + \frac{1}{PT_{кн(удп)0}} + \frac{1}{PT_{кн(фдп)0}}} \right] * OP_{к1} \quad (10)$$

где $PT_{к(тдп)1}$ – отчетная результативность корпоративных финансов по текущей прибыли;

$PT_{к(идп)1}$ – отчетная результативность корпоративных финансов по инвестиционной прибыли;

$PT_{к(фдп)1}$ – отчетная результативность корпоративных финансов по финансовой прибыли;

$PT_{к(тдп)0}$ – базисная результативность корпоративных финансов по текущей прибыли;

$PT_{к(идп)0}$ – базисная результативность корпоративных финансов по инвестиционной прибыли;

$PT_{к(фдп)0}$ – базисная результативность корпоративных финансов по финансовой прибыли.

Структура разработанных методик адаптирована к финансовой среде корпораций, осуществляющих свою деятельность при действующем хозяйственном механизме, так как предусматривает весь перечень проводимых ими денежных операций. С их использованием можно рассчитать параметры исследуемых относительных статических и динамических стоимостных показателей и выявить резервы по их улучшению в приоритетном порядке, исходя из значимости факторных индикаторов, оказывающих влияние на результирующие индикаторы.

Выводы. Таким образом, в результате исследований разработаны методики комплексной оценки устойчивости корпоративных финансов на основе системной формализации общих и частных индикаторов. Исчисление совокупной затратности отражает степень зависимости общей (интегральной) косвенной эффективности от частных (индивидуальных) показателей прямой эффективности корпоративных финансов, а исчисление совокупной результативности наглядно демонстрирует степень зависимости общей (интегральной) прямой эффективности от частных (индивидуальных) показателей косвенной эффективности.

Оценка динамических показателей устойчивости корпоративных финансов позволяет определять расчетную взаимосвязь между изменениями общей прибыли и частной прибыльности, а также общих расходов по обслуживанию денежных платежей по прибыли и частной расходности. На основании предложенного подхода возможно оперативное выявление и ранжирование резервов по достижению оптимальных конечных параметров. Статические и динамические показатели необхо-

димы корпорации для управления и анализа эффективности и интенсификации денежных потоков как конечных индикаторов, используемых для определения состоятельности предпринимательских идей и конкурентоспособности в коммерческой сфере.

Методики могут стать надежным инструментарием в управлении при анализе устойчивости функционирования финансов и принятии объективных решений по оптимизации денежных поступлений и платежей.

Литература

1. Business management in modern economic management conditions / S. Y. Ilyin, I. A. Mandych, O. V. Krasnyanskaya, et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Moscow, 2020 г. Издательство: IOP Publishing Ltd, 2021. P. 012098. doi: 10.1088/1755-1315/650/1/012098.
2. Business sustainability management in the current scientific and technical climate / S. Y. Ilyin, O.V. Krasnyanskaya, I.V. Shatskaya, et al.// E3S Web of Conferences 208, 2020. 03034 p. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/68/e3sconf_if2020_03034/e3sconf_if2020_03034.html (дата обращения: 14.04.2022) doi: 10.1051/e3sconf/202020803034.
3. Efficiency of corporate finance: formation of accounting and management tools / G. Klychova, A. Zakirova, A. Nigmatzyanov, et al. // E3S Web of Conferences 273, 10038, 2021. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/49/e3sconf_interagromash2021_10038/e3sconf_interagromash2021_10038.html (дата обращения: 14.04.2022) doi: 10.1051/e3sconf/202127310038.
4. Corporate finance in the system of economic analysis management and intensification / G. Klychova, A. Zakirova, G. Ostaev, et al. // E3S Web of Conferences 273, 10037, 2021. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/49/e3sconf_interagromash2021_10037/e3sconf_interagromash2021_10037.html (дата обращения: 14.04.2022).
5. Criteria and indicators of synergistic efficiency of food industry enterprise management / D.V. Kondratiev, A.K. Osipov, E.A. Gainutdinova, et al. // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 949, 2022. 012080 p. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/949/1/012080> (дата обращения: 14.04.2022) doi: 10.1088/1755-1315/949/1/012080.
6. Наполов А. Ю. Классификация факторов, влияющих на финансовую устойчивость хозяйствующего субъекта // Economics. 2016. № 4(13). С. 79–84.
7. Субаева А. К., Низамутдинов М.М. Техническая оснащенность села как фактор среды прямого и косвенного воздействия на финансовые результаты предприятия // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. С. 537.
8. Смирнов В.В. Финансово-экономическая сущность современного российского капитализма // Финансы и кредит. 2020. Т. 26. № 10 (802). С. 2230–2251. doi: 10.24891/fe.26.10.2230.
9. Терещенко Т. А., Балашова И. В. Особенности управления корпоративными финансами // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2021. № 4(57). С. 24–31.
10. Баллуян М.М., Пышнограй А.П. Вопросы применимости концепций финансового менеджмента в условиях жизнедеятельности предприятия // Инновации. Наука. Образование. 2020. № 23. С. 2083–2089.
11. Глущенко В.В. Финансы корпораций в условиях глобализации // Финансы. 2007. № 1 (241). С. 28–35.
12. Хотинская Г.И. Современная эволюция управленческих моделей в корпоративных финансах // Вестник финансовой академии. 2010. № 3. С. 159–169.
13. Чеботарь Ю.М. Корпоративные финансы и корпоративный контроль: Монография // М.: АНО «Академия менеджмента и бизнес-администрирования», 2016. 249 с.
14. Черненко В.А. Концептуальные подходы при исследовании корпоративных финансов // KANT. 2016. № 4 (21). С. 201–210.

Сведения об авторах:

Остаев Гамлет Яковлевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, финансов и аудита; e-mail: ostaeff@yandex.ru

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Россия

Ильин Сергей Юрьевич – кандидат экономических наук, доцент департамента менеджмента и инноваций Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

Клычова Гузалия Салиховна – доктор экономических наук, зав. кафедрой бухгалтерского учета и аудита; e-mail: kgaukgs@mail.ru

Закирова Алсу Рафкатовна – доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского учета и аудита; e-mail: zakirovaar@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

Дятлова Ангелина Федоровна – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и бухгалтерского учета; e-mail: angelina09_63@mail.ru

Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя, Москва, Россия

Хоружий Валерий Иванович – доктор экономических наук, профессор департамента налогов и налогового администрирования

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

MANAGEMENT AND ASSESSMENT OF THE SUSTAINABILITY OF CORPORATE FINANCE FUNCTIONING

G.Ya. Ostaev, S.Yu. Ilyin, G.S. Klychova, A.R. Zakirova, A.F. Dyatlova, V.I. Khoruzhiy

Abstract. The study was carried out in order to develop a methodology for a comprehensive assessment of the sustainability of corporate finance based on a systematic formalization of general and particular indicators. The proposed methodology allows you to quickly identify and rank reserves to achieve optimal final parameters. The range of research objectives includes the determination of intermediate static (performance and cost) and dynamic (changes in performance and cost) financial indicators and their combination for a logical combination through an absolutely representative set of calculated dependencies. They are necessary for corporations to manage and analyze the effectiveness and intensification

of cash flows as the final indicators used to determine the viability of entrepreneurial ideas and competitiveness in the commercial sphere. The methodology for calculating indicators is based on a synthesis of the provisions set forth in general methodological and specialized literature. It is fully adapted to the current market conditions and the financial environment of corporations, since it provides for the entire list of monetary transactions carried out by them, corresponds to the semantic content of the concept of managing corporate financial stability, embodied in direct and indirect income and expenses of a point and range nature. The proposed approaches to the calculation of indicators can become a reliable tool for enterprise management when analyzing the stability of the functioning of finance, using which objective conclusions are possible on making decisions necessary to optimize cash receipts and payments.

Key words: management, evaluation, corporate finance, financial stability, static and dynamic indicators.

References

1. Ilyin SY, Mandych IA, Krasnyanskaya OV. Business management in modern economic management conditions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Moscow. 2020; Izdatel'stvo: IOP Publishing Ltd. 2021; 012098 p. doi: 10.1088/1755-1315/650/1/012098.
2. Ilyin SY, Krasnyanskaya OV, Shatskaya IV. Business sustainability management in the current scientific and technical climate. [Internet]. E3S Web of Conferences 208. 2020; 03034 p. [cited 2022, April 14]. Available from: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/68/e3sconf_if2020_03034/e3sconf_if2020_03034.html. doi: 10.1051/e3sconf/202020803034.
3. Klychova G, Zakirova A, Nigmatzyanov A. Efficiency of corporate finance: formation of accounting and management tools. [Internet]. E3S Web of Conferences 273. 2021; 10038 p. [cited 2022, April 14]. Available from: https://www.e3s-confer-en-ces.org/articles/e3sconf/abs/2021/49/e3sconf_interagromash2021_10038/e3sconf_interagromash2021_10038.html. doi: 10.1051/e3sconf/202127310038.
4. Klychova G, Zakirova A, Ostaev G. Corporate finance in the system of economic analysis management and intensification. [Internet]. E3S Web of Conferences 273. 2021; 10037 p. [cited 2022, April 14]. Available from: https://www.e3s-confer-en-ces.org/articles/e3sconf/abs/2021/49/e3sconf_interagromash2021_10037/e3sconf_interagromash2021_10037.html.
5. Kondratiev DV, Osipov AK, Gaynutdinova EA. Criteria and indicators of synergistic efficiency of food industry enterprise management. [Internet]. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 949, 2022. 012080 p. [cited 2022, April 14]. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/949/1/012080>. doi: 10.1088/1755-1315/949/1/012080.
6. Napolov AYU. [Classification of factors affecting the financial stability of an economic entity]. Economics. 2016; 4 (13). 79-84 p.
7. Subaeva AK, Nizamutdinov MM. [Technical equipment of the village as a factor in the environment of direct and indirect impact on the financial results of the enterprise]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015; 1-1. 537 p.
8. Smirnov VV. [Financial and economic essence of modern Russian capitalism]. Finansy i kredit. 2020; Vol.26. 10 (802). 2230-2251 p. doi: 10.24891/fc.26.10.2230.
9. Tereshchenko TA, Balashova IV. [Features of corporate finance management]. Nauchnyi vestnik: finansy, banki, investitsii. 2021; 4 (57). 24-31 p.
10. Balluyan MM, Pyshnograi AP. [Issues of applicability of the concepts of financial management in the conditions of the life of an enterprise]. Innovatsii. Nauka. Obrazovanie. 2020; 23. 2083-2089 p.
11. Glushchenko VV. [Corporate finance in the context of globalization]. Finansy. 2007; 1 (241). 28-35 p.
12. Khotinskaya GI. [Modern evolution of managerial models in corporate finance]. Vestnik finansovoi akademii. 2010; 3. 159-169 p.
13. Chebotar' YuM. Korporativnye finansy i korporativnyi kontrol': monografiya. [Corporate finance and corporate control: monograph]. Moscow: ANO «Akademiya menedzhmenta i biznes-administrirvaniya». 2016; 249 p.
14. Chernenko VA. [Conceptual approaches to the study of corporate finance]. KANT. 2016; 4 (21). 201-210 p.

Authors:

Ostaev Gamlet Yakovlevich – Ph.D. of Economic Sciences, Associate Professor of Accounting, finance and audit Department; e-mail: ostaeff@yandex.ru
Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia
Ilyin Sergey Yurievich – Ph.D. of Economic Sciences, Associate Professor of Management and Innovation Department
Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia
Klychova Guzaliya Salikhovna – Doctor of Economics, Head of Accounting and auditing department; e-mail: kgaukgs@mail.ru
Zakirova Alsu Rafkatovna - Doctor of Economics, Professor of Accounting and audit Department; e-mail: zakirovaar@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
Dyatlova Angelina Fedorovna – Doctor of Economics, Professor of Economics and accounting Department; e-mail: angelina09_63@mail.ru
Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia named after V.Ya.Kikotya, Moscow, Russia
Khoruzhiy Valeriy Ivanovich – Doctor of Economics, Professor of Taxes and tax administration Department
Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**А.К. Субаева, Ф.Н. Мухаметгалиев, И.С. Мухаметшин,
Ф.Н. Авхадиев, И.Г. Гайнутдинов**

Реферат. Техническое перевооружение предполагает оснащение предприятий новой техникой, модернизацию и замену устаревшего и физически изношенного оборудования, механизацию и автоматизацию технологических процессов, на основе освоения прогрессивных технологий. Расширяя теоретические аспекты этого определения мы принимаем его как развитие техники и технологий в несколько этапов на основе инноваций научно-технического прогресса и влияния научного потенциала в сфере модернизации техники, включая процесс цифровой трансформации. Исследование проведено с целью анализа и расширения теоретических аспектов модернизации сельского хозяйства на основе формирования модели технико-технологического перевооружения агробизнеса. Основным методом исследования: общенаучный (анализ литературы по проблеме исследования, обобщение, сравнение и систематизация эмпирических и теоретических данных). Модель предполагает выявление факторов перевооружения в условиях перехода к цифровой экономике (научно-технический прогресс, господдержка, кадровое обеспечение, состояние технической базы), выявление рисков цифровизации (информационная безопасность, сокращение рабочих мест, простой техники по причине отсутствия интернета), определение результата (рост конкурентоспособности, улучшение социальной инфраструктуры, рост эффективности производства, улучшение экологической ситуации). Реализация перевооружения агробизнеса позволит перейти на новый этап развития экономики – шестой технологический уклад.

Ключевые слова: техническая модернизация, техническое перевооружение, цифровые технологии, факторы технической модернизации, риски цифровизации.

Введение. Важнейшая цель государственной политики – реализация стратегии инновационного прорыва благодаря формированию условий для разработки, производства, вывода на рынок инновационной высокотехнологичной продукции и применения новых технологий в производстве.

Это отражено в национальных программах «Цифровая экономика Российской Федерации», подпрограмме «Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие» Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России [1, 2].

Совершенствование технических средств производства есть целостный и сложный процесс познания сил природы и нестандартных, инновационных способов их использования. В комплексе «наука-техника» каждая часть относительно самостоятельна, наделена специфическими экономическими функциями. Наука служит исходной, а техника – конечной формой процесса подчинения природы. Наука открывает ее тайны, а техника – ключевое материальное средство производственной реализации научных разработок. Она стимулирует деятельность научного общества в техническом сегменте, ибо технические средства производства непосредственно участвуют в создании новых потребительских стоимостей в виде продукции и услуг. Выражая насущные потребности общества в создании благ и обеспечивая науку средствами труда, техника таким образом служит приоритетным объектом активной разработки научных центров соответствующей специализации [3, 4, 5].

Современный этап технического развития объединяет в себя науку, культуру и общественное развитие, что, проявляясь в синергетическом эффекте, позволит осуществить переход к новому технологическому укладу, вплоть до цифровизации экономики. Цифровая трансформация при этом реализуется в передаче ряда функций человека машине.

В перспективе совершенствование машинного комплекса как единого целого, изменение каждого звена с учетом изменений прочих звеньев позволяет обеспечить автоматизацию и цифровизацию производства на качественно новом уровне, реализуя прогрессивные, инновационные методы организации и управления производством. При этом в машинном комплексе действия человека заменяют силой природы таким образом, что упомянутый комплекс представляет собой созданную производительную силу. При этом взаимовлияние техники и технологии находит отражение в модернизации производства.

Целью исследования служит анализ и расширение теоретических аспектов модернизации сельского хозяйства на основе формирования модели технико-технологического перевооружения агробизнеса, важнейшими задачами при котором выступают: определение факторов технической модернизации, рисков цифровизации, источников воспроизводства и результатов.

Условия, материалы и методы. Для исследования использовали общенаучный подход: анализ литературы по проблеме исследования, обобщение, сравнение и систематизацию эмпирических и теоретических данных. Основопологающим служил описательный метод, включающий приемы наблюдения, интерпретации, сопоставления и обобщения.

В экономической литературе определение технического перевооружения предполагает оснащение предприятий новой техникой, освоение прогрессивной технологии, модернизацию и замену устаревшего и физически изношенного оборудования, механизацию и автоматизацию технологических процессов [6, 7, 8] и не противоречит официальному, предложенному в современном экономическом словаре Райзберга Б.А., согласно которому: «...понятия «реконструкция» и «техническое перевооружение» означают повторное, возобновляемое действие, «конструкция» – устройство, взаимное расположение частей какого-либо строения, механизма, «модернизация» – изменение, усовершенствование чего-либо (конструкции), отвечающее современным требованиям» [9]. «Техническое перевооружение», «модернизация» служат разновидностями «реконструкции», благодаря которым значительно повышается технико-экономический уровень производства, так как основная цель перевооружения предполагает максимальное освоение результатов научно-технического прогресса, а цели при реконструкции, техническом перевооружении и модернизации близки, но в первом случае они представляются более масштабно и объемно» [10, 11].

В экономической литературе обсуждаемые вопросы перевооружения не охватывают всего комплекса проблем, связанных с модернизацией при переходе к цифровой экономике.

Техническое перевооружение – это процессы создания и освоения новой, а также совершенствования существующей техники, механизации и автоматизации, замены и модернизации оборудования, улучшения технической оснащенности экономических процессов, реконструкции и расширения отдельных сегментов рынка на базе различного рода инноваций [12].

В. К. Фальцман определяет техническое перевооружение как инновационный процесс создания новой техники, обновления продукции, основных фондов и мощностей, освоения ресурсосберегающих технологий, что выводит отдельную организацию и экономический сегмент на мировой рынок и тем самым постоянно наращивает конкурентные преимущества общества в целом [13].

Инновационный процесс с точки зрения технической модернизации включает в себя направления, связанные с разработкой научных, организационных, технических, финансовых, коммерческих мероприятий, которые в синергии должны привести к нововведениям в сельском хозяйстве в виде перехода к новому технологическому укладу.

Авторское видение этого процесса выглядит как деятельность по модернизации технической и технологической базы производства в условиях перехода к процессу закодированного сбора, передачи, получения и использования большого объема информации. Техничко-технологическое перевооружение актуально

для многих сельскохозяйственных предприятий России. В условиях перехода к цифровой экономике оно носит комплексный характер по замене технических средств и оборудования, подразумевающей качественное и системное преобразование аграрной отрасли с целью достижения положительных социально-экономических результатов [14,15,16].

Результаты и обсуждение. Основными факторами технико-технологического перевооружения в модели, предложенной авторами с целью совершенствования этого процесса, служат физический и моральный износ технических средств производства, неспособность обеспечить достижение высоких технико-экономических показателей. (см. рис.). У многих сельскохозяйственных предприятий отсутствуют средства для обновления и перевооружения, но без решения этой проблемы невозможно обеспечение конкурентоспособности российского сельского хозяйства.

Научно-технический прогресс изменяет и развивает технические средства, предусматривающие использование новых видов источников энергии, программного обеспечения и облачных платформ с целью автоматизации максимального количества сельскохозяйственных процессов путем создания виртуальной (цифровой) модели всего цикла производства.

Не следует недооценивать роль машинных комплексов по отношению к технологии и совершенствованию технических средств в целом. Известно, что технология относительно самостоятельна и аккумулирует в себе совокупность способов и приемов воздействия средств труда и машинных комплексов на предметы труда.

Научно-технический прогресс способствует развитию всех звеньев общественного производства благодаря привлечению современных достижений в науке и технике, которое сопровождается инновационным обновлением технических средств и систем, технологий и методов организации и управления производством, укреплением производительных сил. Взаимодействие человека с техникой обуславливает процесс постепенной передачи отдельных, более сложных производственных процессов техническим средствам, что, в свою очередь, определяет перспективные направления совершенствования машинного комплекса и позволяет обеспечить автоматизацию и цифровизацию производства на качественно новом уровне.

Развитие компьютерной техники и технологий, наличие высокоскоростной интернет-связи позволяют быстрее воспринимать, анализировать и трансформировать информацию. Получение новых цифровых компетенций и желание применять их на практике требует использования в производстве новой более прогрессивной техники, позволяющей привлечь в аграрную сферу молодые кадры.

Государственная поддержка – необходимый источник приобретения цифрового оборудования и сельскохозяйственной техники.

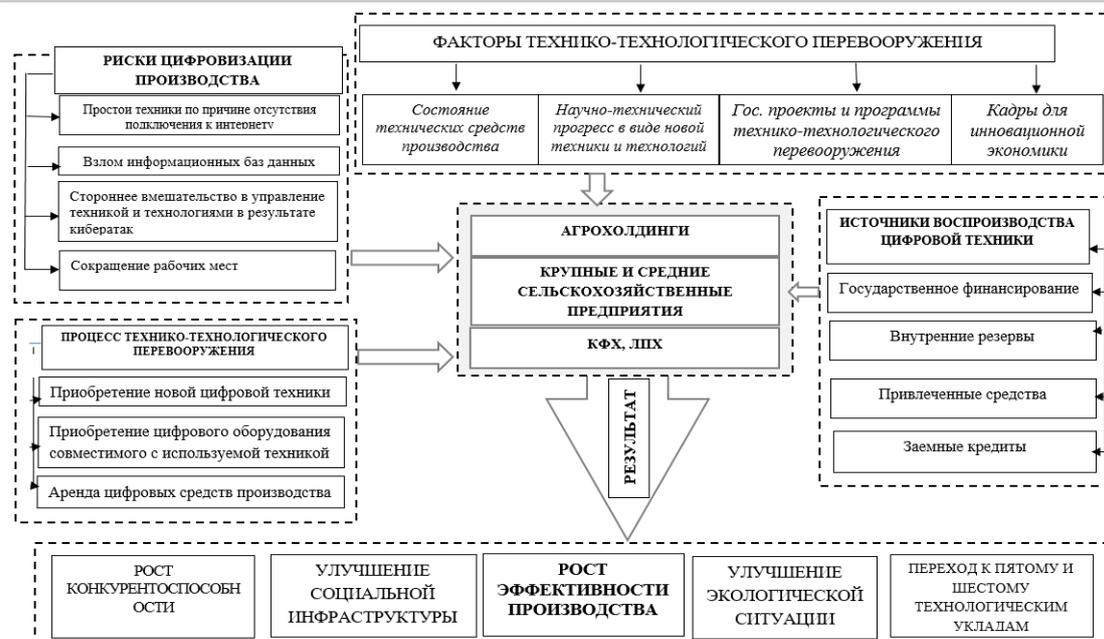


Рисунок – Модель технико-технологического перевооружения

Переход к последующим технологическим укладам невозможен на морально и физически изношенной технике. Государственное финансирование в виде субсидий и единовременных грантов позволяет воздействовать на финансовую заинтересованность агробизнеса и стимулировать процесс цифровой трансформации отрасли.

Процесс технико-технологического перевооружения в виде перехода к шестому технологическому укладу, который нацелен на интенсивное развитие и использование наукоемких технологий в российском агробизнесе, сильно затруднен. Даже пятый уклад получил

распространение только в наиболее развитых предприятиях сельского хозяйства – агрохолдингах.

Переход к шестому технологическому укладу для сельского хозяйства России намечен из четвертого, минуя пятый, что требует государственной поддержки в условиях инновационного прорыва.

В условиях санкций и ограничений со стороны недружественных стран возникает необходимость развития разработок отечественных ученых и производителей IT техники [17, 18].

Таблица – Отличия классической и цифровой экономики

Показатель	Классическая экономика	Цифровая экономика
Процесс производства товаров и услуг	процесс производства товаров и услуг (экономических благ) для удовлетворения потребности людей	процесс производства в единой информационной виртуальной среде на основе моделирования с использованием цифровых двойников, оборудования и производственных процессов
Кадровые ресурсы	штатный состав работников организации, выполняющих различные производственно-хозяйственные функции в рамках своей профессии	штатный состав, владеющий знаниями, компетенциями и навыками, позволяющими осуществлять эксплуатацию 3d-принтеров, сложного роботизированного оборудования, гибких производственных систем и обрабатывающих центров с числовым программным управлением
Свойства товаров и услуг	материальная продукция, которая не может быть использована несколькими людьми	цифровые продукты могут быть скопированы и распространены среди неограниченного круга лиц
Амортизация товаров и услуг	материальная продукция подвергается износу в процессе использования	цифровые продукты не теряют первоначальных свойств, более того, эти свойства могут быть усовершенствованы в процессе совместной эксплуатации или обмена
Сбыт продукции и оказание услуг	ограничения по размеру площадей, ассортименту и количеству одновременно обслуживаемых клиентов	информационно-коммуникационные площадки не ограничены по размеру площадей, объёму ассортимента и количеству одновременно обслуживаемых клиентов

Однако цифровизация производства сопрягается рисками, которые возможны в будущем в виде взломов информационных баз и похищении информации, простоев производства вследствие отсутствия интернет связи, стороннего вмешательства в процесс управления техникой и др., к чему аграрии должны быть готовы [19, 20].

Таким образом, общими закономерностями развития техники, включая этап цифровизации производства сельского хозяйства, можно считать следующие:

использование техники и способов производства предыдущего периода при переходе на новые этапы развития;

различие финансовых возможностей, не позволяющее всем производителям сельскохозяйственной продукции перейти на новые условия производства одновременно;

увеличение мощности техники для бесперебойной работы программного обеспечения и управления сельскохозяйственным агрегатом через интернет;

переориентация системы образования на новый уровень технологической жизни.

Цифровая экономика, в отличие от классической, способствует повышению производительности по ряду показателей (см. табл.). Кроме того, между ними существуют различия, изменяющие процессы производства, распределения, обмена и потребления.

Профессионально и своевременно проведенное техническое перевооружение ведет к повышению эффективности производства путем сни-

жения производственных затрат, росту конкурентоспособности, улучшению экологической ситуации и социальной инфраструктуры, реализации перехода к пятому и шестому технологическим укладам.

Выводы.

Таким образом, рассмотренные теоретические аспекты технической модернизации сельского хозяйства позволили расширить и уточнить понятие технического перевооружения, разработать модель развития этого процесса в условиях цифровой трансформации, раскрывающей основные ее элементы (факторы, источники, риски и результаты цифровизации).

Процесс оснащения сельского хозяйства цифровыми технологиями должен стать результатом совместной работы представителей агробизнеса, государства, производителей сельскохозяйственной техники и оборудования, что в конечном итоге позволит каждому представителю аграрной отрасли выйти на новый технологический уровень производства.

Современная экономика движется к новому шестому технологическому укладу, характеризующемуся применением цифровых технологий. Однако этот переход требует готовности инфраструктуры, наличия прогрессивной техники, подготовленных кадров, достаточного уровня государственной поддержки, возможности преодоления рисков цифровизации. Только при комплексном совершенствовании этих направлений станет возможным переход на новый этап развития экономики.

Литература

1. Чуваева А.И. Теоретические аспекты реальных инвестиций лесопромышленного комплекса // Российское предпринимательство. 2008. Т. 9. № 7. С. 135–138.
2. Гайсин Р. С. Предел технологической эволюции сельского хозяйства и возможность его преодоления // ПСЭ. 2014. №4 (52). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predel-tehnologicheskoy-evolyutsii-selskogo-hozyaystva-i-vozmozhnost-ego-preodoleniya> (дата обращения: 02.05.2020).
3. Пискунов А. И. Техническое перевооружение как основа инновационного развития промышленных предприятий России // Вопросы инновационной экономики. 2019. Т. 9. № 1. С. 137–150. doi:10.18334/vnes.9.1.40079.
4. Чутчева Ю.В. К вопросу о машинообеспеченности сельского хозяйства на инновационной основе // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. М.: 2010. № 5 (39). С. 18–19.
5. Водяников В. Т., Субаева А.К. Научно-технический прогресс и эффективность сельскохозяйственного производства // Техника и оборудование для села. 2018. № 5. С. 44–48.
6. Экономическая эффективность механизации сельскохозяйственного производства – монография / А.В. Шпилько, В.И. Драгайцев, Н.М. Морозов и др. // М.: РАСХН, 2001. 346 с.
7. Опыт субъектов Российской Федерации: тенденции и проблемы при приобретении сельскохозяйственной техники – монография / В. Н. Кузьмин, П. И. Бурак, Н. П. Мишуков и др. // Российский НИИ информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса. Москва, 2020. 392 с.
8. Балакин М. Ф., Моисеева Е.Г., Митрофанова М.Н. Исследование и анализ сущности и экономического содержания технического перевооружения производства // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2012. № 12(48). С. 21.
9. Ермашкевич Н. С., Гришко В.В. Разработка программы технического перевооружения предприятия // Вектор экономики. 2019. № 5(35). С. 171–176.
10. Романов Р. В. Влияние государственного регулирования на показатели сельскохозяйственного производства в России // Вестник Белгородского ГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 5. С. 196–201.
11. Национальная программа "Цифровая экономика Российской Федерации": постановление Правительства Рос. Федерации от 28 мая 2019 г. № 9 // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/pasport-federalnogo-proekta-tsifrovyye-tehnologii.pdf> (дата обращения: 14.05.2021).
12. Национальный проект «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: паспорт утвержден протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 № 7 // Правительство РФ. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/614/events/> (дата обращения: 11.02.2020).

13. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с.
14. Nurullin A. A., Subaeva A. K., Aleksandrova N. R. Management of reproduction of the fixed capital of the agricultural enterprises by method of economic and mathematical modeling // The Journal of Social Sciences Research. 2018. Vol. 2018. No. 5. P. 265-271. doi: 10.32861/jssr.spi5.265.271.
15. Организационно-экономические аспекты повышения эффективности аграрного бизнеса / Д. И. Файзрахманов, Ф. Н. Мухаметгалиев, А. Р. Валиев и др. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2021. 376 с.
16. Research of factors of regional level of consumption of milk and dairy products / A. A. Nurullin, A. A. Nurullin, A. K. Subaeva, et al. // AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research. 2020. Vol. 10. No 2. P. 60–63.
17. Госрегулирование цифровизации сельского хозяйства / Э. Ф. Амирова, А. Л. Камалиева, А. Л. Золкин и др. // Менеджмент в социальных и экономических системах: сборник статей XII Международной научно-практической конференции. Пенза: Пензенский ГАУ, 2020. С. 11–14.
18. Хисматуллин М. М. Ресурсосберегающие приемы поверхностного улучшения пойменных лугов лесостепи Поволжья // Вестник Казанского ГАУ. 2010. Т. 5. № 1(15). С. 123–125.
19. Comparative evaluation of productivity of ryegrass and ryegrass-goatling grass stands affected by different mineral and organomineral nutrition / M.M. Khismaullin, L. T. Vafina, F. N. Safiollin, et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: The proceedings of the conference AgroCON-2019. Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012109.
20. Роль и место орошаемого земледелия в производстве сельскохозяйственной продукции и его экономическая эффективность (опыт Республики Татарстан) / А. Р. Валиев, Р. Уллах, А. В. Комиссаров и др. // Вестник Казанского ГАУ. 2021. Т. 16. № 3(63). С. 160–166. doi: 10.12737/2073-0462-2021-160-166.

Сведения об авторах:

Субаева Асия Камилевна – кандидат экономических наук, доцент, e-mail: subaeva.ak@mail.ru;
 Мухаметгалиев Фарит Нургалиевич – доктор экономических наук, профессор, e-mail: fem59@mail.ru;
 Мухаметшин Ильшат Сулейманович – кандидат технических наук, доцент, e-mail: subaeva.ak@mail.ru;
 Авхадиев Фаяз Нурисламович – кандидат экономических наук, доцент, e-mail: fn1973@mail.ru;
 Гайнутдинов Ильгизар Гильмутдинович – кандидат экономических наук, доцент, e-mail: ilgizar-gg@mail.ru
 Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

**THEORETICAL FOUNDATIONS OF TECHNICAL
 MODERNIZATION OF AGRICULTURE IN THE CONTEXT
 OF DIGITAL TRANSFORMATION**

**A.K. Subaeva, F.N. Mukhametgaliev, I.S. Mukhametshin,
 F.N. Avkhadiev, I.G. Gannutdinov**

Abstract. Technical re-equipment in the economic literature involves equipping enterprises with new equipment, the introduction of progressive technologies, modernization and replacement of outdated and physically worn equipment, mechanization and automation of technological processes. Developing this direction, we will expand the theoretical aspects of re-equipment such as the development of equipment and technologies in several stages based on innovations of scientific and technological progress, and the influence of scientific potential in the field of modernization of technology, including the process of digital transformation.

The purpose of the study is to analyze and expand the theoretical aspects of technical modernization of agriculture based on the formation of a model of technical modernization of agribusiness. Main research methods: general scientific (analysis of literature on the research problem, generalization, comparison and systematization of empirical and theoretical data) approach. The study widely uses the concepts of modern science of digitalization of the economy. For further improvement of this process, the author's model of technical and technological re-equipment of agriculture in the conditions of transition to the digital economy is proposed, which involves the identification of re-equipment factors (STP, state support, staffing, the state of the technical base), identification of digitalization risks (information security, job cuts, equipment downtime due to lack of Internet), determination of the result (growth of competitiveness, improvement of social infrastructure, increase in production efficiency, improvement of the environmental situation).

Key words: technical modernization, technical re-equipment, digital technologies, factors of technical modernization, risks of digitalization.

References

1. Chuvaeva AI. [Theoretical aspects of real investments in the timber industry]. Rossiiskoe predprinimatel'stvo. 2008; Vol.9. 7. 135-138 p.
2. Gaysin RS. The limit of the technological evolution of agriculture and the possibility of overcoming it. [Internet]. PSE. 2014; 4 (52). [cited 2020, May 02]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/predel-tehnologicheskoy-evolyutsii-selskogo-hozyaystva-i-vozmozhnost-ego-preodoleniya>.
3. Piskunov AI. [Technical re-equipment as a basis for the innovative development of industrial enterprises in Russia]. Voprosy innovatsionnoi ekonomiki. 2019; Vol.9. 1. 137-150 p. doi:10.18334/vinec.9.1.40079.
4. Chutcheva YuV. [To the question of the machine supply of agriculture on an innovative basis]. Vestnik FGOU VPO MGAU. Moscow: 2010; 5 (39). 18-19 p.
5. Vodyannikov VT, Subaeva AK. [Scientific and technical progress and efficiency of agricultural production]. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2018; 5. 44-48 p.
6. Shpilko AV, Dragaytsev VI, Morozov NM. Ekonomicheskaya effektivnost' mekhanizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: monografiya. [Economic efficiency of mechanization of agricultural production: monograph]. Moscow: RASKhN. 2001; 346 p.
7. Kuz'min VN, Burak PI, Mishurov NP. Opyt sub'ektov Rossiiskoi Federatsii: tendentsii i problemy pri priobrenenii sel'skokhozyaystvennoi tekhniki: monografiya. [Experience of the Russian Federation regions: trends and problems in the acquisition of agricultural machinery: monograph]. Rossiiskii NII informatsii i tekhniko-ekonomicheskikh issledovaniy po inzhenerno-tekhnicheskomu obespecheniyu agropromyshlennogo kompleksa. Moscow. 2020; 392 p.
8. Balakin MF, Moiseeva EG, Mitrofanova MN. [Research and analysis of the essence and economic content of the technical re-equipment of production]. Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal. 2012; 12

(48). 21 p.

9. Ermashkevich NS, Grishko VV. [Development of a program for the technical re-equipment of an enterprise]. *Vektor ekonomiki*. 2019; 5 (35). 171-176 p.

10. Romanov RV. [Influence of state regulation on indicators of agricultural production in Russia]. *Vestnik Belgorodskogo GTU im. V.G.Shukhova*. 2016; 5. 196-201 p.

11. National program "Digital economy of the Russian Federation": Decree of the Government of Russian Federation of May 28, 2019 No. 9. *Ministerstvo tsifrovogo razvitiya, svyazi i massovykh kommunikatsii RF*. [cited 2021, May 14]. Available from: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/pasport-federalnogo-proekta-tsifrovyye-tehnologii.pdf>.

12. National project "Digital economy of the Russian Federation": Decree of the Government of Russian Federation of May 28, 2019 No. 9. [Internet]. *Pravitel'stvo RF*. [cited 2020, February 11]. Available from: <http://government.ru/rugovclassifier/614/events/>.

13. Vedomstvennyi proekt "Tsifrovoe sel'skoe khozyaistvo": ofitsial'noe izdanie. [Departmental project "Digital Agriculture": official publication]. Moscow: FGBNU Rosinformagrotekh. 2019; 48 p.

14. Nurullin AA, Subaeva AK, Aleksandrova NR. Management of reproduction of the fixed capital of the agricultural enterprises by method of economic and mathematical modeling. *The Journal of Social Sciences Research*. 2018; Vol.2018. 5. 265-271 p. doi: 10.32861/jssr.spi5.265.271.

15. Fayzrakhmanov DI, Mukhametgaliev FN, Valiev AR. Organizatsionno-ekonomicheskie aspekty povysheniya effektivnosti agrarnogo biznesa. [Organizational and economic aspects of improving the efficiency of agricultural business]. Kazan': Kazanskii (Privolzhskii) federal'nyi universitet. 2021; 376 p.

16. Nurullin AA, Nurullin AA, Subaeva AK. Research of factors of regional level of consumption of milk and dairy products. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*. 2020; Vol.10. 2. 60-63 p.

17. Amirova EF, Kamaliev AL, Zolkin AL. Gosregulirovanie tsifrovizatsii sel'skogo khozyaistva. [State regulation of digitalization of agriculture]. *Menedzhment v sotsial'nykh i ekonomicheskikh sistemakh: sbornik statei XII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Penza: Penzenskii GAU. 2020; 11-14 p.

18. Khismatullin MM. [Resource-saving methods of surface improvement of floodplain meadows of Volga forest-steppe region]. *Vestnik Kazanskogo GAU*. 2010; Vol.5. 1 (15). 123-125.

19. Khismaullin MM, Vafina LT, Safiollin FN. Comparative evaluation of productivity of ryegrass and ryegrass-goatling grass stands affected by different mineral and organomineral nutrition. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: The proceedings of the conference AgroCON-2019*. Kurgan: IOP Publishing Ltd. 2019; 012109 p.

20. Valiev AR, Ullakh R, Komissarov AV. [The role and place of irrigated agriculture in the production of agricultural products and its economic efficiency (the experience of the Republic of Tatarstan)]. *Vestnik Kazanskogo GAU*. 2021; Vol.16. 3 (63). 160-166 p. doi: 10.12737/2073-0462-2021-160-166.

Authors:

Subaeva Asiya Kamilevna – Ph.D. of Economic Sciences, Associate Professor, e-mail: subaeva.ak@mail.ru;

Mukhametgaliev Farit Nurgalievich – Doctor of Economic Sciences, Professor, e-mail: fem59@mail.ru;

Mukhametshin Ilshat Suleymanovich – Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: subaeva.ak@mail.ru;

Avkhadiev Fayaz Nurislamovich – Ph.D. of Economic Sciences, Associate Professor, e-mail: fn1973@mail.ru;

Gaynutdinov Ilgizar Gilmutdinovich – Ph.D. of Economic Sciences, Associate Professor; e-mail: ilgizar-gg@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

К сведению авторов

Предоставляемые к публикации статьи, должны содержать результаты научных исследований в области экономики агропромышленного комплекса, механизации и технического сервиса, агрономии. Статьи проходят отбор на критерий актуальности и новизны рассматриваемых научных проблем.

Предполагается проверка предоставленного авторами материала в системе «Антиплагиат». Рекомендуемый объем статьи, включая приложения, должен составлять не менее 9 и не более 14 страниц. Статьи должны быть оформлены на листах формата А4, шрифт – Times New Roman, размер – 14 пт, межстрочный интервал – 1,0. Поля (обычные) сверху и снизу – 2 см, слева – 3 см справа – 1,5 см, абзац (отступ) – 0,5 см (не задавать пробелами), формат – книжный.

Если статья была или будет отправлена в другое издание необходимо сообщить об этом редакции.

Оформление статьи.

1. Слева в верхнем углу без абзаца печатается УДК статьи (проверяйте корректность выбранного УДК на сайте Всероссийского Института Научной и Технической Информации – ВИНИТИ).

2. Ниже, по-центру строки название статьи (название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким) жирным шрифтом заглавными буквами.

3. Затем жирными строчными буквами – инициалы и фамилия автора (ов). Пропускается одна строка.

4. После этого через пробел – реферат статьи (рекомендуемый объем – 200–250 слов) отражает тематику статьи, ценность, новизну, основные положения и выводы исследований с использованием цифровых данных. Запрещается разбивка реферата на абзацы, использование вводных слов и оборотов. Реферат может публиковаться самостоятельно и, следовательно, должна быть понятной без обращения к тексту статьи. По реферату публикации читатель должен иметь возможность определить, стоит ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации.

5. С нового абзаца – ключевые слова (не более 9 слов).

Слева строчными буквами печатается «Ключевые слова:» (без кавычек) и через запятую приводятся ключевые слова или словосочетания. Пропускается одна строка.

6. При написании научной статьи необходимо придерживаться следующей структуры изложения: «Введение», «Условия, материалы и методы», «Результаты и обсуждение», «Выводы».

7. В случае если ваша статья подготовлена при выполнении гранта и есть необходимость прописать данный источник, добавляем после выводов раздел, «Сведения об источнике финансирования». **К примеру – Сведения об источнике финансирования:** Работа выполнена по государственному заданию НИОКТР № 0477–2019–0005 при финансовой поддержке Минобрнауки РФ.

В разделе «Введение» предлагается постановка проблемы, должна быть сформулирована и обоснована цель работы и, если необходимо, рассмотрена ее связь с важными научными и практическими направлениями, дается теоретическое обоснование исследования. Должны присутствовать ссылки на публикации последних лет, в данной области включая зарубежных авторов.

В следующем разделе раскрываются особенности данного исследования, приводятся условия, материалы и методы исследований. Место исследования уточняется до области (края). Следует отразить время, место, методику и условия проведения опытов.

Главный раздел статьи посвящается представлению, анализу и обсуждению результатов. Полученные результаты должны быть освещены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными.

В завершении представляются выводы и рекомендации.

Подзаголовки и заголовки набираются жирным шрифтом с заглавной буквы. Нумерация ссылок на библиографический список в тексте располагается в порядке упоминания источников. Ссылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках, например: [1].

8. После основного текста статьи пропускается одна строка и по центру печатается заглавие «Литература» (без кавычек). Через одну строку помещается пронумерованный перечень источников в порядке ссылок по тексту. Список литературы (не менее **десяти** источников, в том числе не менее **трех** зарубежных) оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008 и требованиями журнала, тщательно проверяется авторами и приводится в конце статьи. Нумерация ссылок в списке приводится в соответствии с порядком их упоминания в тексте. В одном пункте перечня следует указывать только один источник информации. Злоупотребление самоцитированием не допускается. Доля ссылок на собственные публикации авторов должна составлять не более 30 % списка литературы. Цитирование работ какого-либо одного автора, не входящего в состав авторского коллектива рукописи, также не должно превышать 30 %. Рекомендуется ссылаться не более чем на 2 публикации каждого из авторов. Доля ссылок на источники старше 10 лет не должна превышать 30 % списка литературы, доля ссылок на публикации в журналах из ядра РИНЦ за последние 8 лет должна составлять не менее 50 % списка литературы. Ссылки на учебники, учебные пособия, авторефераты диссертаций не принимаются. Также не принимаются ссылки на материалы конференций старше 2 лет. Число источников в «серийных» ссылках должно быть не более трех.

Все источники должны иметь ссылку в тексте статьи.

9. «Сведения об авторах» Ф.И.О. (полностью), ученая степень, учёное звание, должность, указать кафедру или отдел, адрес для связи, e-mail и полное наименование организации.

Пропускается одна строка.

10. На английском языке печатается по центру печатается название статьи.

Так же на английском языке слева печатается реферат, затем ключевые слова.

11. Приводится библиографический список на латинице (путем транслитерации) под заголовком References. (Переводить только названия статей, остальное – в латинской транслитерации)

12. «Authors:» – информация на английском языке.

Иллюстрации к статье (при наличии) в формате JPEG, PNG, TIF должны быть четко выполненными, хорошего качества, наглядно иллюстрирующими текст. В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Нумерация рисунков производится в порядке ссылок по тексту. Нумерационный заголовок набирается выравниванием по центру. Тематический заголовок в той же строке, сразу после нумерационного (например: Рис. 1 –. Ссылка на рисунок в основном тексте оформляется в скобках: (рис. 1), если в тексте только один рисунок, то не нумеруется.

Таблицы представляются в редакторе WORD. Нумерация таблиц производится в порядке ссылок по тексту. В тексте статьи обязательно должны быть указаны ссылки на все представленные таблицы. Нумерационный заголовок набирается с выравниванием по центру (например: Таблица 1. ...). Ссылка на таблицу в основном тексте оформляется в скобках, например: (табл. 1), если в тексте только одна таблица, то не нумеруется.

Простые **формулы**, не содержащие специальных символов (отсутствующих на клавиатуре), должны быть набраны символами с клавиатуры без использования специальных редакторов. Формулы, содержащие специальные символы (отсутствующие на клавиатуре), а также сложные и многострочные формулы должны быть целиком набраны в редакторе формул Microsoft Equation 2.0, 3.0 или MathType equation. Не допускается набор части формулы символами, а части – в редакторе формул. Не рекомендуется вставлять в текст формулы в виде рисунков. Ссылка на формулы в основном тексте оформляется в скобках, например: (1). В тексте обязательно должны быть указаны ссылки на все представленные формулы. Если в тексте статьи формулы нумеруются, то эту нумерацию следует выполнить ручным набором чисел. Автоматическая нумерация не допускается.

Авторы предоставляют в редакцию (одновременно):

– электронная версия статьи (по электронной почте: vestnik@kazgau.com) (шаблон ниже). Файл со статьей следует называть по фамилии первого автора (Иванов И.И. – Определение силы);

– сведения об авторах (в электронном виде): Ф.И.О. (полностью), ученая степень, учёное звание, должность, указать кафедру или отдел, адрес для связи, телефон, e-mail и полное наименование организации, эти же сведения на английском языке.

Звездочкой отмечается фамилия автора, с которым необходимо вести переписку;

– сопроводительное письмо на имя главного редактора журнала на бланке направляющей организации с заключением об актуальности работы и рекомендациями к опубликованию, с подписью руководителя учреждения.

– аспиранты предоставляют справку подтверждающую место учебы.

Поступившие и принятые к публикации статьи не возвращаются.

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию, предоставленная автором рукопись статьи рецензируется, согласно установленного порядка рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлегией в целом.

Редакция оставляет за собой право не регистрировать статьи, не отвечающие настоящим требованиям, а также право на воспроизведение материалов (опубликование, тиражирование) без ограничения тиража. Рукописи статей подвергаются редакционной обработке. Редакция оставляет за собой право вносить изменения, имеющие редакционный характер и не затрагивающие содержания статьи. Все статьи проходят институт рецензирования (экспертной оценки), по результатам которого редакционная коллегия принимает окончательное решение о целесообразности опубликования. За содержание статей юридическую и иную ответственность несут авторы. Статьи, направленные в редакцию без выполнения основных требований к публикуемым статьям, не рассматриваются. В случае отклонения статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

Публикация статей в журнале для аспирантов бесплатна соответственно доли участия, остальные авторы статьи оплачивают по стандартной тарификации.

Статьи отправлять на электронный адрес: vestnik@kazgau.com

For Authors

Articles submitted for publication must contain the results of scientific research in the field of economics of the agro-industrial complex, mechanization and technical service, agronomy. Articles are selected for the criterion of relevance and novelty of the scientific problems under consideration.

It is supposed to check the material provided by the authors in the "Antiplagiat" system. The recommended length of an article, including annexes, should be at least 9 and no more than 14 pages. Articles should be formatted on A4 sheets, font - Times New Roman, size - 14 pt, line spacing - 1.0. Margins (usual) above and below - 2 cm, on the left - 3 cm on the right - 1.5 cm, paragraph (indentation) - 0.5 cm (do not use spaces), format - book.

If the article was or will be sent to another publication, it is necessary to notify the editorial office about it.

Article design.

1. In the upper left corner, without a paragraph, the UDC of the article is printed (check the correctness of the selected UDC on the website of the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information - VINITI).

2. Below, in the center of the line, the title of the article (the title of the article should reflect the main idea of the research, be as short as possible) in bold capital letters.

3. Then, in bold lowercase letters, the initials and surname of the author (s). One line is skipped.

4. After that, through a gap - the abstract of the article (the recommended volume is 200–250 words) reflects the topic of the article, value, novelty, main provisions and conclusions of research using digital data. It is forbidden to break the abstract into paragraphs, the use of introductory words and phrases. The abstract can be published independently and, therefore, should be understandable without referring to the text of the article. According to the abstract of the publication, the reader should be able to determine whether it is worth referring to the full text of the article to obtain more detailed information of interest to him.

5. From a new paragraph - keywords (no more than 9 words).

On the left, "Keywords:" is printed in lowercase letters (without quotes) and keywords or phrases are separated by commas. One line is skipped.

6. When writing a scientific article, it is necessary to adhere to the following structure of presentation: "Introduction", "Conditions, materials and methods", "Results and discussion", "Conclusions".

7. If your article was prepared during the implementation of the grant and there is a need to register this source, add the section "Information about the source of funding" after the conclusions. For example - Information about the source of funding: The work was carried out according to the state order of R&D

No. 0477–2019–0005 with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

In the "Introduction" section, a statement of the problem is proposed, the purpose of the work should be formulated and substantiated, and, if necessary, its connection with important scientific and practical areas should be considered, and a theoretical basis for the study is given. There should be links to publications of recent years, in this area, including foreign authors.

In the next section, the features of this research are revealed, conditions, materials and research methods are given. The place of research is specified to the area (edge). The time, place, methodology and conditions of the experiments should be reflected.

The main section of the article is devoted to the presentation, analysis and discussion of the results. The results obtained should be highlighted from the point of view of their scientific novelty and compared with the corresponding known data.

Finally, conclusions and recommendations are presented.

Subheadings and headings are capitalized in bold type. The numbering of references to the bibliographic list in the text is arranged in the order in which the sources are mentioned. Literature references in the text are given in square brackets, for example: [1].

8. After the main text of the article, one line is skipped and the title "Literature" is printed in the center (without quotes). A numbered list of sources in the order of links in the text is placed in one line. The list of literature (at least ten sources, including at least three foreign) is drawn up in accordance with GOST R 7.0.5-2008 and the requirements of the journal, carefully checked by the authors and given at the end of the article. References are numbered in the list in accordance with the order in which they appear in the text. Only one source of information should be indicated in one item on the list. Abuse of self-citation is not allowed. The share of references to the authors' own publications should be no more than 30% of the list of references. Citation of the works of any one author who is not part of the author's collective of the manuscript should also not exceed 30%. It is recommended to refer to no more than 2 publications of each of the authors. The share of references to sources older than 10 years should not exceed 30% of the list of references, the share of references to publications in journals from the RSCI core over the past 8 years should be at least 50% of the list of references. Links to textbooks, teaching aids, dissertation abstracts are not accepted. Also, links to materials are not accepted. conferences over 2 years old. The number of sources in "serial" links should be no more than three.

All sources must have a link in the text of the article.

9. "Information about the authors" (in full), academic degree, academic title, position, indicate the department or department, contact address, e-mail and full name of the organization

One line is skipped.

10. In English, the title of the article is printed in the center.

The abstract is also printed in English on the left, then the keywords.

11. There is a bibliographic list in Latin (by transliteration) under the heading References. (Translate only the titles of articles, the rest - in Latin transliteration)

12. "Authors:" - information in English.

Illustrations for the article (if any) in JPEG, PNG, TIF format must be clearly executed, of good quality, clearly illustrating the text. The text of the article must contain links to the presented figures. Figures are numbered in the order of references in the text. The numbered heading is set by center alignment. Thematic heading in the same line, immediately after the numbering (for example: Fig. 1 -). The link to the figure in the main text is made out in brackets: (Fig. 1), if there is only one figure in the text, then it is not numbered.

Tables are presented in a WORD editor. Tables are numbered in the order of links in the text. The text of the article must contain references to all the tables presented. The numbered heading is set with center alignment (for example: Table 1...). The link to the table in the main text is made in brackets, for example: (Table 1), if there is only one table in the text, then it is not numbered.

Simple formulas that do not contain special characters (absent on the keyboard) must be typed in characters from the keyboard without using special editors. Formulas containing special characters (absent on the keyboard), as well as complex and multi-line formulas must be typed entirely in the Microsoft Equation 2.0, 3.0 or Math-Type equation editor. It is not allowed to type a part of a formula with symbols, and a part in the formula editor. It is not recommended to insert formulas in the form of pictures into the text. References to formulas in the main text are made in brackets, for example: (1). The text must contain references to all presented formulas. If formulas are numbered in the text of the article, then this numbering should be performed by manually dialing numbers. Automatic numbering is not allowed.

The authors submit to the editor (at the same time):

- an electronic version of the article (by e-mail: vestnik@kazgau.com) (template below). The file with the article should be named by the name of the first author (Ivanov I.I. - Determination of force);

- information about the authors (in electronic form): full name (in full), academic degree, academic rank, position, indicate the department or department, contact address, telephone, e-mail and full name of the organization, the same information in English.

The asterisk marks the surname of the author with whom it is necessary to carry out the census

- a cover letter addressed to the editor-in-chief of the journal on the letterhead of the sending organization with a conclusion on the relevance of the work and recommendations for publication, signed by the head of the institution.

- graduate students provide a certificate confirming the place of study.

Articles received and accepted for publication will not be returned.

Subject to the fulfillment of the formal requirements for the materials for publication, the manuscript of the article provided by the author is reviewed in accordance with the established procedure for reviewing manuscripts submitted to the editorial office of the journal. The decision on the expediency of publication after reviewing is made by the editor-in-chief (deputy editor-in-chief), and, if necessary, by the editorial board as a whole.

The editors reserve the right not to register articles that do not meet these requirements, as well as the right to reproduce materials (publication, duplication) without limiting the circulation. Manuscripts of articles are subject to editorial processing. The editors reserve the right to make changes that are editorial in nature and do not affect the content of the article. All articles go through the institute of peer review (peer review), as a result of which the editorial board makes the final decision on the appropriateness of the publication. The authors are legally and otherwise responsible for the content of the articles. Articles sent to the editorial office without fulfilling the basic requirements for published articles are not considered. In case of rejection of the article, the editorial board sends a reasoned refusal to the author.

The publication of articles in the journal for graduate students is free, according to the participation share, the rest of the authors of the article pay according to the standard tariffication.

Articles should be sent to the email address: vestnik@kazgau.com

Ежеквартальный научный журнал

Вестник Казанского ГАУ

№ 2 (66), август 2022 г.

Редактор – Гайфуллин И.Х.
Технический редактор – Файзрахманов И.И.
Коррекция переводов – Галлямова Н.Р.
Корректор – Барсукова Р.С.



Формат 60x84/8. Тираж 500. Дата выхода в свет: 15.08.2022 г.
Печать офсетная. Усл. п. л.22,25. Заказ 116. Цена свободная.
Издательство Казанского ГАУ / 420015 г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65.
Лицензия на издательскую деятельность код 221 ИД № 06342 от 28.11.2001.
Отпечатано в типографии Казанского ГАУ.
420015 г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65.
Казанский государственный аграрный университет