

Журнал основан в марте 2004 г.  
Выходит ежеквартально

Учредитель ФГБОУ ВО «Ижевская  
государственная  
сельскохозяйственная академия»

Адрес редакции, издательства  
и типографии:  
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11,  
каб. 404 Б.  
E-mail: rio.isa@list.ru

Подписной индекс в объединенном  
каталоге «Пресса России» 40567



Журнал зарегистрирован в  
Федеральной службе по надзору в сфере  
связи, информационных технологий и  
массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС77-63611 от 02.11.2015 г.

Журнал включен в Российский индекс  
научного цитирования (РИНЦ),  
реферативную базу данных AGRIS.

Ответственность за содержание статей  
несут авторы публикаций.

Корректор А.И. Трегубова  
Вёрстка А.Н. Зеленина  
Перевод В.Г. Балтачев

Подписано в печать 22.03.2018 г.  
Дата выхода в свет 26.03.2018 г.  
Формат 60x84/8. Тираж 500 экз.  
Заказ № 7467. Цена свободная.

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018

ISSN 1817-5457

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

### Главный редактор

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *А.И. Любимов*

### Научный редактор

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *И.Ш. Фатыхов*

### Члены редакционного совета:

*Р.Р. Исмагилов* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, член-корреспондент АН РБ

*Х.М. Сафин* – доктор сельскохозяйственных наук, академик-секретарь АН РБ

*А.М. Ленточкин* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

*Л.М. Колбина* – доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Удмуртский НИИСХ

*Н.А. Балакирев* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ-МВА имени К.И. Скрябина, академик РАН

*С.Д. Батанов* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

*С.В. Залесов* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО УГЛТУ

*К.М. Габдрахимов* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

*Ю.Г. Крысенко* – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

*В.А. Ермолаев* – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

*И.Г. Конопельцев* – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО Вятская ГСХА

*И.Л. Бухарина* – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО УдГУ

*Ф.Ф. Мухамадьяров* – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Вятская ГСХА

*П.В. Дородов* – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

*А.Г. Левшин* – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

*С.И. Юран* – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

*Н.П. Кондратьева* – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## EDITORIAL BOARD

### Editor in chief

Doctor of Agricultural Sciences, Professor *A.I. Lyubimov*

### Science editor

Doctor of Agricultural Sciences, Professor *I.Sh. Fatykhov*

### Members of Editorial Board:

*R.R. Ismagilov* – Doctor of Agricultural Science, Professor, Bashkir State Agrarian University, corresponding member of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan

*H.M. Safin* – Doctor of Agricultural Science, Academician-Secretary of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan

*A.M. Lentochkin* – Doctor of Agricultural Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

*L.M. Kolbina* – Doctor of Agricultural Science, Udmurt Research Institute of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences

*N.A. Balakirev* – Doctor of Agricultural Science, Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named K.I. Skryabin, member of the Russian Academy of Sciences

*S.D. Batanov* – Doctor of Agricultural Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

*S.V. Zalesov* – Doctor of Agricultural Science, Professor, Ural State Forest Engineering University

*K.M. Gabdrahimov* – Doctor of Agricultural Science, Professor, Bashkir State Agrarian University

*Yu.G. Krysenko* – Doctor of Veterinary Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

*V.A. Ermolaev* – Doctor of Veterinary Science, Professor, Ulyanovsk State Agricultural University

*I.G. Konopeltsev* – Doctor of Veterinary Science, Professor, Vyatka State Agricultural Academy

*I.L. Bukharina* – Doctor of Biological Science, Professor, Udmurt State University

*F.F. Muchamadjarov* – Doctor of Engineering Science, Professor, Vyatka State Agricultural Academy

*P.V. Dorodov* – Doctor of Engineering Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

*A.G. Levshin* – Doctor of Engineering Science, Professor, Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev

*S.I. Yuran* – Doctor of Engineering Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

*N.P. Kondratyeva* – Doctor of Engineering Science, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

---

# СОДЕРЖАНИЕ

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

<b>И.Ш. Фатыхов, Е.В. Корепанова, М.И. Камаев, М.В. Митрошина.</b> Урожайность озимой пшеницы Волжская К при посеве свежесобранными семенами и переходящего фонда . . . . .	3
<b>В.М. Юдин.</b> Влияние методов подбора на молочную продуктивность коров в СПК – колхоз «Авангард» Увинского района Удмуртской Республики . . . . .	11
<b>Т.А. Бабайцева, В.В. Слюсаренко.</b> Влияние предпосевной обработки семян на ранние ростовые процессы озимой тритикале . . . . .	18
<b>О.В. Абрамова, П.Б. Акмаров, Н.В. Горбушина, О.П. Князева.</b> Факторы формирования трудового потенциала сельских районов Удмуртии . . . . .	26
<b>Л.Р. Загитова, Р.Ф. Мустафин, В.А. Тестова, Р.Р. Зубаиров.</b> Атмосферная циркуляция как фактор развития эрозионных процессов в Башкирском Предуралье . . . . .	34
<b>Е.В. Корепанова, И.Ш. Фатыхов, В.Ф. Первушин, Р.Р. Галиев.</b> Сравнительная продуктивность сортов гороха посевного на госсортоучастках Удмуртской Республики . . . . .	42

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>А.Г. Ипатов, С.Н. Шмыков.</b> Особенности модификации трибообъектов геомодификаторами на основе серпентинита . . . . .	52
<b>П.В. Дородов.</b> Повышение прочности деталей путем оптимизации формы их поверхностей возле концентраторов напряжений . . . . .	59

# CONTENTS

## AGRICULTURAL SCIENCES

<b>I.Sh. Fatykhov, E.V. Korepanova, M.I. Kamayev, M.V. Mitroshina.</b> The productivity of winter wheat of the <i>Volzhskaya K</i> breed when sowed fresh harvested seeds and from a replacing stock . . . . .	3
<b>V.M. Yudin.</b> Influence of selection methods upon cows' milk productivity at the SPK – collective farm "Avangard" of Uviski district, Udmurt Republic . . . . .	11
<b>T.A. Babaytseva, V.V. Slyusarenko.</b> Impact of pre-sowing seed treatment on the early growth processes of winter triticale . . . . .	18
<b>O.V. Abramova, P.B. Akmarov, N.V. Gorbushina, O.P. Knyazeva.</b> Factors of labour potential formation for Ural areas of Udmurtiya . . . . .	26
<b>L.R. Zagitova, R.F. Mustafin, V.A. Testova, R.R. Zubairov.</b> Atmospheric circulation as factor of development of erosion processes in Bashkir Predural'e . . . . .	34
<b>E.V. Korepanova, I.Sh. Fatykhov, V.F. Pervushin, R.R. Galiev.</b> Comparative productivity of pea seed at the state-government spaces of Udmurt Republic . . . . .	42

## TECHNICAL SCIENCES

<b>A.G. Ipatov, S.N. Shmykov.</b> Peculiarities of modification of tribobjects by geomodifiers based on serpentine . . . . .	52
<b>P.V. Dorodov.</b> Increasing the machinery parts' durability by optimization of the form of surfaces at close to concentrators of stresses . . . . .	59

УДК 633.11

И.Ш. Фатыхов<sup>1</sup>, Е.В. Корепанова<sup>1</sup>, М.И. Камаев<sup>2</sup>, М.В. Митрошина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА;

<sup>2</sup> ГУ Увинский ГСУ;

<sup>3</sup> ГУ Сарапульский ГСУ

## УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ВОЛЖСКАЯ К ПРИ ПОСЕВЕ СВЕЖЕУБРАННЫМИ СЕМЕНАМИ И ПЕРЕХОДЯЩЕГО ФОНДА

Для озимых зерновых культур дискуссионным остаётся вопрос использования на посев семян разного года урожая – переходящего фонда или свежееубранными. Исследования, проведённые ранее в Среднем Предуралье, позволили установить, что использование на посев семян переходящего фонда, как правило, обеспечивает повышение урожайности зерна озимых зерновых культур. Это связано с тем, что свежееубранные семена, не прошедшие послеуборочное дозревание, имеют низкую лабораторную всхожесть и энергию прорастания. В 2014–2017 гг. на Увинском и Сарапульском ГСУ Удмуртской Республики в конкурсном сортоиспытании была исследована реакция озимой пшеницы Волжская К формированием урожайности зерна и основных показателей при посеве свежееубранными семенами и переходящего фонда. Почва под опытами на Увинском ГСУ дерново-среднеподзолистая супесчаная, на Сарапульском ГСУ – серая лесная оподзоленная среднесуглинистая. Метеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований были различными. Май 2014 г. был тёплым и засушливым, июнь умеренно тёплым, сумма осадков 103 % от нормы, в июле сумма осадков 125 % от нормы. Май и июнь 2015 г. были тёплыми и засушливыми, в июле осадков выпало 186 % от нормы. Вегетационный период 2016 г. характеризовался как жаркий и острозасушливый, 2017 г. – прохладный и влажный, июнь и июль отличались холодной погодой и избыточным увлажнением, сумма осадков 208 % и 222 % от нормы соответственно. В среднем по двум ГСУ вариант – посев свежееубранными семенами имел относительно более высокую урожайность в 2014 г., в 2016 г. и в 2017 г. В 2015 г. средняя прибавка урожайности 5,2 ц/га или 22,4 % наблюдалась при посеве семенами переходящего фонда. В среднем за 2014–2017 гг. при посеве семенами разного года урожая зимостойкость различалась на 0,2 балла. Устойчивость к полеганию, продолжительность вегетационного периода, масса 1000 зёрен по вариантам опыта не имели различий. Период вегетации озимой пшеницы Волжская К на Увинском ГСУ был продолжительнее на 7 сут. При посеве семенами переходящего фонда растения на 4 и 5 см превышали высоту растений в варианте – посев свежееубранными семенами. Поражение снежной плесенью снижалось на 4 % и 9 % при посеве свежееубранными семенами. На Сарапульском ГСУ поражение снежной плесенью было больше на 15 % и 10 %, чем на Увинском ГСУ. На Увинском ГСУ отмечено меньшее на 4 % поражение корневыми гнилями при посеве семенами переходящего фонда.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, сорт Волжская К, свежееубранные семена, переходящий фонд, урожайность.

**Актуальность.** В Удмуртской Республике уборочная площадь озимой пшеницы за 2008–2017 гг. составляла 1791–20343 га, при урожайности 9,9–28,5 ц/га (таблица 1). Наибольшая уборочная площадь озимой пшеницы 20343 га была в 2009 г. и урожайность 16,9 ц/га. В острозасушливом 2010 г. получена самая низкая урожайность 9,9 ц/га. В 2015 г. уборочная площадь данной культуры составила 3931 га и урожайность 17,0 ц/га. В 2016 г. и в 2017 г. с 1 га уборочной площади получили 28,5 ц и 27,7 ц зерна соответственно.

Технология возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы – это комплекс технологических приёмов, которые должны удовлетворить биологи-

ческие требования растения, чтобы получить высокую урожайность и качество продукции. Одним из приёмов технологии является посев семенами соответствующего качества. Для озимых зерновых культур дискуссионным остаётся вопрос использования на посев семян разного года урожая – переходящего фонда или свежееубранными. Исследованиями кафедры растениеводства Ижевской ГСХА было установлено существенное увеличение урожайности озимой пшеницы на 0,58 т/га (14,8 %), озимой ржи – на 0,38 т/га (9,9 %), озимой тритикале – на 0,32 т/га (8,1 %), относительно урожайности в варианте, где посев был проведён свежееубранными семенами при НСР<sub>05</sub> – 0,28 т/га [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Таблица 1 – Площади уборки и урожайность озимой пшеницы во всех категориях хозяйств Удмуртской Республики

Год	Площадь уборки, га	Урожайность, ц с 1 га убранной площади
2008	13947	20,0
2009	20343	16,9
2010	13591	9,9
2011	7997	19,1
2012	1791	11,9
2013	4684	19,7
2014	5132	18,0
2015	3931	17,0
2016	4581	28,5
2017	5775	27,7

Изучению приёмов посева озимых зерновых культур в Среднем Предуралье посвящены работы научной школы профессора С.Л. Елисева [1, 2, 3]. По их мнению, использование семян переходящего фонда, как правило, обеспечивает повышение урожайности зерна озимых зерновых культур. Это связано с тем, что свежубранные семена, не прошедшие послеуборочное дозревание, имеют низкую лабораторную всхожесть и энергию прорастания. Зная продолжительность периода послеуборочного дозревания семян, можно оценить возможности их использования на посев в том или ином регионе. Данный анализ был проведён на примере Среднего Предуралья. В полевом эксперименте была установлена продолжительность периода послеуборочного дозревания семян озимых зерновых культур, которая составила у озимой ржи 6–17 дней, озимой пшеницы – 19–32 дня, озимой тритикале – 14–29 дней. У озимой ржи, в отличие от озимой пшеницы и озимой тритикале, в год с большим количеством осадков продолжительность периода послеуборочного дозревания сокращается, а при задержке с уборкой дозревание семян завершается календарно позже, чем при оптимальном сроке уборки. Прогноз гарантированной возможности использования свежубранных семян озимых зерновых культур в Пермском крае с учётом наиболее неблагоприятного сочетания факторов (максимальная продолжительность послеуборочного дозревания и среднесуточная температура сентября не более 10 °С) показал, что это возможно в Верещагинском, Нытвенском, Краснокамском, Пермском, Кунгурском, Берёзовском и более южных районах. Критерием возможности использования свежубранных семян озимых зерновых культур являются сроки уборки: озимой ржи –

не позднее 30 июля, озимой пшеницы – не позднее 19 июля, озимой тритикале – не позднее 22 июля. Продолжительность послеуборочного дозревания у разных видов озимых зерновых культур в регионе зависит от метеорологических условий [11], культуры, приёмов технологии возделывания [12].

Таким образом, актуальность вопроса использования на посев озимой пшеницы семян разного года урожая для современных сортов имеет научный и практический интерес.

**Цель исследований** – проанализировать урожайность озимой пшеницы Волжская К в конкурсном сортоиспытании за 2014–2017 гг. на Увинском и Сарапульском ГСУ при посеве семенами разного года урожая.

**Задачи исследований:** сравнить урожайность зерна и основные показатели озимой пшеницы Волжская К в вариантах, где посев был проведён семенами свежубранными и переходящего фонда.

**Условия проведения исследований.** На Увинском ГСУ почва под опытами дерново-среднеподзолистая супесчаная, на Сарапульском ГСУ – серая лесная оподзоленная средне-суглинистая, со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя (таблица 2).

На Увинском ГСУ содержание в пахотном слое почвы гумуса – среднее (2,2–2,3 %), кислотность – среднекислая и слабокислая (рН 4,8–5,4), подвижных элементов  $K_2O$  – повышенное и высокое (120–250 мг/кг),  $P_2O_5$  – среднее (60–100). На Сарапульском ГСУ содержание гумуса – повышенное и высокое (2,8–3,5 %), кислотность – слабокислая и близкая к нейтральной (рН 5,2–6,1), содержание подвижных элементов  $K_2O$  – от повышенного до очень высокого (120–300 мг/кг) и  $P_2O_5$  – от повышенного до высокого (110–250 мг/кг).

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика пахотного слоя почв опытных участков

Гумус, %	рН <sub>КС1</sub>	Подвижный элемент, мг/кг почвы	
		обменного калия по Масловой	подвижного фосфора по Кирсанову
Увинский ГСУ			
2,2–2,3	4,8–5,4	120–250	60–100
Сарапульский ГСУ			
2,8–3,5	5,2–6,1	120–300	110–250

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований различались, что характерно для климатических условий Среднего Предуралья. В мае 2014 г. была отмечена среднемесячная температура воздуха, на 3,6 °С превышающая среднемноголетнюю, сумма осадков составила 21 мм, или на 56 % меньше, чем норма. Июнь характеризовался как умеренно тёплый, со среднемесячной температурой воздуха 17,0 °С, осадков выпало 103 % от нормы. Отличительной особенностью июля было относительно большое количество – 74 мм атмосферных осадков, или 125 % от среднемноголетних. Средняя температура воздуха в июле варьировалась от +18 до +20 °С при норме +17...+19 °С. В августе среднесуточная температура воздуха составила 17,7 °С, при среднемноголетней 16,0 °С и сумма осадков – 61 мм при норме 67 мм. [Погода в Ижевске, 2014].

Среднесуточная температура воздуха в мае 2015 г. превышала на 3 °С среднее многолетнее значение, осадков выпало 85 % от нормы. Средняя температура воздуха в июне превышала норму на 2,5 °С, осадков выпало всего 65 % от среднемноголетних. Среднесуточная температура июля и августа была ниже на 2,2 ... 3,3 °С средней многолетней, осадков выпало 186–190 % соответственно от нормы. [Погода в Ижевске, 2015].

Вегетационный период 2016 г. характеризовался как жаркий и острозасушливый. В мае выпало осадков 18 мм, что составляет 38 % от нормы, а среднесуточная температура воздуха за месяц 13,7 °С, превышение нормы на 2,0 °С. Июнь был засушливый с суммой выпавших осадков 35 мм, или 50 % от нормы, при этом среднемесячная температура воздуха была ниже нормы на 0,4 °С и составила 16,6 °С. В июле выпало осадков 38 мм, или 64 % от нормы, при среднемесячной температуре воздуха 21,1 °С, что на 2,1 °С выше среднемноголетней. Август, в сравнении с многолетними данными, характеризовался как очень засушливый, выпало 20 мм осадков – это 30 % от нормы, среднемесячная температура воздуха 22,6 °С, что

на 6,6 °С превышает среднемноголетние значения [Погода в Ижевске, 2016].

В 2017 г. среднемесячная температура воздуха мая составила 9,3 °С, что ниже на 2,4 °С средних многолетних данных, осадков выпало 47 мм, около нормы. Июнь и июль отличались холодной погодой и избыточным увлажнением. Средняя температура воздуха составила 14,5 и 17,9 °С соответственно, сумма осадков 129 мм (208 % от нормы) и 131 мм (222 % от нормы) соответственно. Август характеризовался повышенной среднесуточной температурой воздуха 17,2 °С, что на 1,2 °С выше нормы, осадков выпало 78 % от средних многолетних значений [Погода в Ижевске, 2017].

**Результаты исследований.** На Увинском ГСУ наибольшая урожайность 30,2 ц/га получена в 2015 г. в контрольном варианте (таблица 3). Относительно низкая урожайность 17,3 и 19,3 ц/га соответственно по изучаемым вариантам опыта сформировалась в 2014 г.

Преимущество по урожайности на 3,6 ц/га или на 13,5 %, при посеве семенами переходящего фонда проявилось только в 2015 г. при НСР<sub>05</sub> – 1,3 ц/га. В варианте, где посев был проведен свежееубранными семенами, в 2014 г. имели прибавку урожайности 2,0 ц/га или 11,6 % при НСР<sub>05</sub> – 1,4 ц/га, в 2017 г. – 2,5 ц/га, или 13,7 % при НСР<sub>05</sub> – 1,4 ц/га. В 2016 г. между изучаемыми вариантами урожайность не имела существенной разницы.

На Сарапульском ГСУ в абиотических условиях 2014 г. озимая пшеница Волжская К сформировала наибольшую урожайность 44,7 ц/га при посеве свежееубранными семенами. Посев свежееубранными семенами обеспечил существенное возрастание урожайности на 4,6 ц/га, или 11,5 % в 2014 г., 6,4 ц/га или 19,4 % в 2016 г. и 6,5 ц/га или 18,7 % в 2017 г. Однако в 2015 г. посев семенами переходящего фонда обусловил повышение урожайности на 6,8 ц/га или 34,3 %, относительно данного показателя в варианте, где посев провели свежееубранными семенами при НСР<sub>05</sub> – 1,4 ц/га.

Таблица 3 – Урожайность озимой пшеницы Волжская К при посеве свежееубранными семенами и переходящего фонда на госсортоучастках Удмуртской Республики, ц/га

Семена	Год				Средняя
	2014	2015	2016	2017	
Увинский ГСУ					
Свежееубранные	19,3	26,6	29,9	20,7	24,1
Переходящего фонда (к)	17,3	30,2	28,6	18,2	23,6
НСР05, ц/га	1,4	1,3	Fф < F05	1,4	
Сарапульский ГСУ					
Свежееубранные	44,7	19,8	39,4	41,2	36,3
Переходящего фонда (к)	40,1	26,6	33,0	34,7	33,6
НСР05, ц/га	4,4	1,4	4,9	1,5	
Средняя по ГСУ					
Свежееубранные	32,0	23,2	34,6	31,0	30,2
Переходящего фонда (к)	28,7	28,4	30,8	26,4	28,6

В среднем по двум ГСУ вариант – посев свежееубранными семенами имел относительно более высокую урожайность в 2014 г., в 2016 г. и в 2017 г. В 2015 г. средняя прибавка урожайности 5,2 ц/га, или 22,4 %, наблюдалась при посеве семенами переходящего фонда. В среднем за 2014–2017 гг. на Увинском ГСУ урожайность при посеве свежееубранными семенами составила 24,1 ц/га, в варианте – посев семенами переходящего фонда была получена урожайность 23,6 ц/га. На Сарапульском ГСУ средняя урожайность была выше на 2,7 ц/га при посеве свежееубранными семенами, относительно урожайности в варианте, где посев провели семенами переходящего фонда.

На Увинском ГСУ зимостойкость озимой пшеницы Волжская К по вариантам опыта наиболее низкой 2,8 и 2,0 балла соответственно была в 2014 г. (таблица 4). При посеве свежееубранными семенами в 2014 г. и 2017 г. преимущество по зимостойкости на 0,8 и 0,4 балла соответственно, в 2015 г. и в 2017 г. – на 0,2 и 0,3 балла по зимостойкости наблюдали в посевах, где использовали семена переходящего фонда. В среднем за 2014–2017 гг. на Увинском ГСУ зимостойкость в варианте свежееубранные семена превышала на 0,2 балла аналогичный показатель контрольного варианта.

Зимостойкость по вариантам опыта относительно более высокой 4,2 и 4,6 балла соответственно была в 2015 г. на Сарапульском ГСУ. На данном госсортоучастке зимостойкость в 2014 г. в исследуемых вариантах была на одном уровне и составила 3 балла. Преимущество по зимостойкости на 0,3 балла наблюдали при посеве свежееубранными семенами только в 2016 г. В 2015 г. и в 2016 г. в контрольном варианте зимостойкость посевов была выше на 0,4 и 0,9 балла соответственно. И в среднем за 2014–2017 гг. в варианте – посев семенами пе-

реходящего фонда растения озимой пшеницы Волжская К имели перезимовку 3,6 балла, а в варианте – посев свежееубранными семенами – 3,4 балла.

На Увинском ГСУ устойчивость к полеганию во все годы по вариантам опыта была на одном уровне – 5 баллов. На Сарапульском ГСУ устойчивость к полеганию составляла 4...5 баллов и в среднем за четыре года не имела по вариантам опыта разницы.

Продолжительность вегетационного периода озимой пшеницы Волжская К на обоих госсортоучастках по вариантам опыта не имела большой разницы. Однако на Увинском ГСУ вегетационный период озимой пшеницы Волжская К был на 7 дней продолжительнее, относительно продолжительности вегетационного периода на Сарапульском ГСУ.

Масса 1000 зерен на Увинском ГСУ в 2014 г., в 2015 г. и в 2017 г. была несколько выше в контрольном варианте, чем масса 1000 зерен в варианте – посев свежееубранными семенами, за исключением 2016 г. На Сарапульском ГСУ в 2014 г., в 2017 г. и в среднем за 2014–2017 гг. масса 1000 зерен имела более высокие значения в варианте – посев семенами переходящего фонда. В 2015 г. и в 2016 г. преимущество по данному показателю имел вариант – посев свежееубранными семенами.

На Увинском ГСУ растения, полученные при посеве семенами переходящего фонда, в 2014 г., в 2016 г. и в среднем за годы исследований превосходили по высоте растения в варианте – посев свежееубранными семенами. В 2015 г. и 2017 г. более высокими были растения в варианте – посев свежееубранными семенами. В 2015 г. и в 2017 г., в среднем за 2014–2017 гг. на Сарапульском ГСУ растения в контрольном варианте превышали на 11 см, 17 см и 5 см соответственно растения в варианте – посев

свежеубранными семенами. Только в 2014 г. и в 2016 г. данный показатель имел большие значения при посеве свежеубранными семенами.

На обоих госсортоучастках меньшее поражение снежной плесенью происходило в варианте, где посев провели семенами переходящего фонда.

Таблица 4 – Основные показатели озимой пшеницы Волжская К при посеве свежеубранными семенами и переходящего фонда

Показатель	Семена	Год				Среднее
		2014	2015	2016	2017	
<b>Увинский ГСУ</b>						
Зимостойкость, балл	Свежеубранные	2,8	3,8	4,2	4,4	3,8
	Переходящего фонда (к)	2,0	4,0	4,5	4,0	3,6
Устойчивость к полеганию, балл	Свежеубранные	5	5	5	5	5
	Переходящего фонда (к)	5	5	5	5	5
Вегетационный период, сут.	Свежеубранные	329	315	320	337	325
	Переходящего фонда (к)	329	315	321	336	325
Масса 1000 зерен, г	Свежеубранные	41,0	35,8	44,3	40,0	40,3
	Переходящего фонда (к)	41,2	36,8	42,8	40,5	40,3
Высота растений, см	Свежеубранные	64	92	73	83	78
	Переходящего фонда (к)	75	91	83	77	82
Поражение снежной плесенью, %	Свежеубранные	70	15	25	10	30
	Переходящего фонда (к)	68	10	18	10	26
Поражение корневыми гнилями, %	Свежеубранные	28	0	14	8	12
	Переходящего фонда (к)	22	0	6	4	8
<b>Сарапульский ГСУ</b>						
Зимостойкость, балл	Свежеубранные	3	4,2	4,1	2,3	3,4
	Переходящего фонда (к)	3	4,6	3,8	3,2	3,6
Устойчивость к полеганию, балл	Свежеубранные	4,6	4,5	5	4	4,5
	Переходящего фонда (к)	4,8	4,2	5	4	4,5
Вегетационный период, сут.	Свежеубранные	322	307	312	330	318
	Переходящего фонда (к)	321	308	311	331	318
Масса 1000 зерен, г	Свежеубранные	41,2	38,4	42,2	40,7	40,6
	Переходящего фонда (к)	41,4	36,3	39,9	42,6	40,0
Высота растений, см	Свежеубранные	77	71	93	109	87,5
	Переходящего фонда (к)	73	82	89	126	92,5
Поражение снежной плесенью, %	Свежеубранные	58	18	25	78	45
	Переходящего фонда (к)	45	12	22	66	36

На Сарапульском ГСУ поражение снежной плесенью было гораздо выше, чем поражение снежной плесенью на Увинском ГСУ. В контрольном варианте поражение корневыми

гнилями на Увинском ГСУ составило 0...22 % и в среднем за 2014–2017 гг. – 8 %, в варианте посев свежеубранными семенами – 0...28 % и в среднем за годы исследований – 12 %.

Таким образом, за 2014–2017 гг. исследований на Увинском и Сарапульском ГСУ только в 2015 г. посев семенами переходящего фонда обеспечил существенную прибавку урожайности 3,6 ц/га и 6,8 ц/га соответственно. Посев свежубранными семенами сформировал более высокую урожайность на Увинском ГСУ в 2014 г. и в 2017 г., на Сарапульском ГСУ в 2014 г., в 2016 г. и в 2017 г. В технологии возделывания озимой пшеницы Волжская К в условиях Удмуртской Республики возможен посев свежубранными семенами. В среднем за 2014–2017 гг. при посеве семенами разного года урожая зимостойкость различалась на 0,2 балла. Устойчивость к полеганию, продолжительность вегетационного периода, масса 1000 зерен по вариантам опыта не имели разницы. Период вегетации озимой пшеницы Волжская К на Увинском ГСУ был продолжительнее на 7 сут. При посеве семенами переходящего фонда растения на 4 и 5 см превышали высоту растений в варианте – посев свежубранными семенами. Поражение снежной плесенью снижалось на 4 % и 9 % при посеве свежубранными семенами. На Сарапульском ГСУ поражение снежной плесенью было больше на 15 % и 10 %, чем на Увинском ГСУ. На Увинском ГСУ поражение корневыми гнилями было ниже на 4 % при посеве семенами переходящего фонда.

### Список литературы:

1. Елисеев, С.Л. Необходимость уточнения срока посева озимой ржи / С.Л. Елисеев, Т.С. Вершинина // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 1 (17). – С. 32–38.
2. Елисеев, С.Л. Об уточнении срока посева озимой ржи в Среднем Предуралье / С.Л. Елисеев, Т.С. Вершинина // Агротехнологии XXI века: материалы Всероссийской научно-практической конференции / Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова. – Пермь, 2016. – С. 23–27.
3. Елисеев, С.Л. К вопросу об использовании на посев свежубранных семян озимых зерновых культур / С.Л. Елисеев, Н.Н. Яркова, И.В. Батуева // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. – 2014. – № 4 (8). – С. 16–21.
4. Погода в Ижевске. Температура воздуха и осадки [Электронный ресурс]. – Прогноз погоды. – 2014. – URL: <http://www.pogoda.ru.net>.
5. Погода в Ижевске. Температура воздуха и осадки [Электронный ресурс]. – Прогноз погоды. – 2015. – URL: <http://www.pogoda.ru.net>.
6. Погода в Ижевске. Температура воздуха и осадки [Электронный ресурс]. – Прогноз погоды. – 2016. – URL: <http://www.pogoda.ru.net>.
7. Погода в Ижевске. Температура воздуха и осадки [Электронный ресурс]. – Прогноз погоды. – 2017. – URL: <http://www.pogoda.ru.net>.
8. Тихонова, О.С. Приёмы посева озимых зерновых культур в Среднем Предуралье: монография / О.С. Тихонова, И.Ш. Фатыхов, Т.А. Бабайцева / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2017.
9. Тихонова, О.С. Влияние сроков посева озимых зерновых культур на качество зерна в Среднем Предуралье / О.С. Тихонова, И.Ш. Фатыхов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 1 (34). – С. 51–53.
10. Тихонова, О.С. Влияние нормы высева семян на качество зерна озимых зерновых культур в Среднем Предуралье / О.С. Тихонова, И.Ш. Фатыхов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4 (24). – С. 14–16.
11. Тихонова, О.С. Влияние предпосевной обработки семян озимых зерновых культур на качество зерна в Среднем Предуралье / О.С. Тихонова, И.Ш. Фатыхов // Инновационному развитию АПК – научное обеспечение: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию Пермской государственной сельскохозяйственной академии. – Пермь, 2010. – С. 226–229.
12. Фатыхов, И.Ш. Влияние предпосевной обработки семян озимых зерновых на урожайность / И.Ш. Фатыхов, О.С. Тихонова // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 3. – С. 26–27.
13. Тихонова, О.С. Предпосевная обработка семян и урожайность озимых зерновых культур / О.С. Тихонова, И.Ш. Фатыхов, Т.А. Бабайцева // Устойчивому развитию АПК – научное обеспечение: материалы Всероссийской научно-практической конференции / Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Ижевск, 2004. – С. 150–154.
14. Тихонова, О.С. Реакции сортов озимых зерновых культур на нормы высева семян / О.С. Тихонова, И.Ш. Фатыхов, Т.А. Бабайцева // Адаптивные технологии в растениеводстве. Итоги и перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 60-летию кафедры растениеводства Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2003. – С. 124–127.
15. Finch-Savage, W.E., Leubner-Metzger, I. Seed dormancy and control of germination // New Phytologist. – 2006. – Т. 171. – № 3. – Р. 501–523.
16. Bethke, P.C., Libourel, I.L., Jones, R.L. Nitric oxide reduces seed dormancy in Arabidopsis // Journal of experimental botany. – 2006. – Т. 57. – № 3. – Р. 517–526.

### Spisok literaturey

1. Eliseev, S.L. Neobhodimost' utochneniya sroka poseva ozimoy rzhi / S.L. Eliseev, T.S. Verшинina // Nauchno-prakticheskij zhurnal Permskij agrarnyj vestnik. – 2017. – № 1 (17). – S. 32–38.

2. Eliseev, S.L. Ob utochnenii sroka poseva ozimoy rzhi v Srednem Predural'e / S.L. Eliseev, T.S. Vershinina // Agrotekhnologii XXI veka: materialy Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Permskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya imeni akademika D.N. Pryanishnikova. – Perm', 2016. – S. 23–27.

3. Eliseev, S.L. K voprosu ob ispol'zovanii na posev svezheubrannyh semyan ozimyh zernovyh kul'tur / S.L. Eliseev, N.N. Yarkova, I.V. Batueva // Nauchno-prakticheskij zhurnal Permskij agrarnyj vestnik. – 2014. – № 4 (8). – S. 16–21.

4. Pogoda v Izhevskе. Temperatura vozduha i osadki [EHlektronnyj resurs]. – Prognoz pogody. – 2014. – URL: <http://www.pogoda.ru.net>.

5. Pogoda v Izhevskе. Temperatura vozduha i osadki [EHlektronnyj resurs]. – Prognoz pogody. – 2015. – URL: <http://www.pogoda.ru.net>.

6. Pogoda v Izhevskе. Temperatura vozduha i osadki [EHlektronnyj resurs]. – Prognoz pogody. – 2016. – URL: <http://www.pogoda.ru.net>.

7. Pogoda v Izhevskе. Temperatura vozduha i osadki [EHlektronnyj resurs]. – Prognoz pogody. – 2017. – URL: <http://www.pogoda.ru.net>.

8. Tihonova, O.S. Priyomy poseva ozimyh zernovyh kul'tur v Srednem Predural'e: monografiya / O.S. Tihonova, I.SH. Fatyhov, T.A. Babajceva / Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossiyskoj Federacii, FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2017.

9. Tihonova, O.S. Vliyanie srokov poseva ozimyh zernovyh kul'tur na kachestvo zerna v Srednem Predural'e / O.S. Tihonova, I.SH. Fatyhov // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2013. – № 1 (34). – S. 51–53.

10. Tihonova, O.S. Vliyanie normy vyseva semyan na kachestvo zerna ozimyh zernovyh kul'tur v

Srednem Predural'e / O.S. Tihonova, I.SH. Fatyhov // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 4 (24). – S. 14–16.

11. Tihonova, O.S. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan ozimyh zernovyh kul'tur na kachestvo zerna v Srednem Predural'e / O.S. Tihonova, I.SH. Fatyhov // Innovacionnomu razvitiyu APK – nauchnoe obespechenie: sbornik nauchnyh statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchyonnoj 80-letiyu Permskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – Perm', 2010. – S. 226–229.

12. Fatyhov, I.SH. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan ozimyh zernovyh na urozhajnost' / I.SH. Fatyhov, O.S. Tihonova // Zernovoe hozyajstvo. – 2006. – № 3. – S. 26–27.

13. Tihonova, O.S. Predposevnaya obrabotka semyan i urozhajnost' ozimyh zernovyh kul'tur / O.S. Tihonova, I.SH. Fatyhov, T.A. Babajceva // Ustojchivomu razvitiyu APK – nauchnoe obespechenie: materialy Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Izhevskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya. – Izhevsk, 2004. – S. 150–154.

14. Tihonova, O.S. Reakcii sortov ozimyh zernovyh kul'tur na normy vyseva semyan / O.S. Tihonova, I.SH. Fatyhov, T.A. Babajceva // Adaptivnye tekhnologii v rastenievodstve. Itogi i perspektivy: materialy Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchyonnoj 60-letiyu kafedry rastenievodstva Izhevskoj GSKHA. – Izhevsk, 2003. – S. 124–127.

15. Finch-Savage, W.E., Leubner-Metzger, I. Seed dormancy and control of germination // New Phytologist. – 2006. – T. 171. – № 3. – R. 501–523.

16. Bethke, P.C., Libourel, I.L., Jones, R.L. Nitric oxide reduces seed dormancy in Arabidopsis // Journal of experimental botany. – 2006. – T. 57. – № 3. – R. 517–526.

#### Сведения об авторах:

**Фатыхов Ильдус Шамилевич** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой растениеводства. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: [nir210@mail.ru](mailto:nir210@mail.ru)).

**Корепанова Елена Витальевна** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: [nir210@mail.ru](mailto:nir210@mail.ru)).

**Камаев Михаил Игнатьевич** – заведующий Увинским ГСУ (Увинский ГСУ – «Увинский ФЛ ФГУ «Госсорткомиссия», Российская Федерация, 427256, Удмуртская Республика, Увинский район, д. Рябово)

**Митрошина Марина Васильевна** – заведующий Сарапульским ГСУ (Сарапульский ГСУ – «Сарапульский ФЛ ФГУ «Госсорткомиссия», Российская Федерация, 427991, Удмуртская Республика, Сарапульский район, с. Кигбаево, ул. Совхозная, 35Б)

I.Sh. Fatykhov<sup>1</sup>, E.V. Korepanova<sup>1</sup>, M.I. Kamaev<sup>2</sup>, M.V. Mitroshina<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Izhevsk State Agricultural Academy;

<sup>2</sup> Uva state variety test plot;

<sup>3</sup> Sarapul state variety test plot

#### THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT OF THE VOLZHSKAYA K VARIETY WHEN SOWING FRESHLY HARVESTED SEEDS AND A ROLLING STOCK

*For winter cereal crops, the issue of using seeds of different years of harvest – the transfer fund or freshly harvested – remains debatable. Research conducted earlier in the Middle Urals has made it possible to establish*

*that the use of a seed fund for sowing seeds, as a rule, ensures an increase in the yield of grain of winter cereals. This is due to the fact that freshly harvested seeds that have not undergone post-harvest ripening have low laboratory viability and germination energy. In 2014-2017 years at the Uva and Sarapul SVP of the Udmurt Republic in the competitive variety testing, the reaction of the winter wheat Volzhskaya K was investigated to the formation of the grain yield and the main indicators when sowing freshly harvested seeds and the transfer fund. The soil under the experiments at the Uva SVP is sod-medium podzolic sandy loamy, in the Sarapul SVP – gray forest podzolized medium loamy. The meteorological conditions of vegetative periods during the years of research were different. May 2014 was warm and arid, June is moderately warm, the amount of precipitation is 103 % of the norm, in July the amount of precipitation is 125 % of the norm. May and June 2015 were warm and arid, in July precipitation fell 186 % of the norm. The vegetation period of 2016 was characterized as hot and keenly arid, in 2017 it was cool and humid, June and July were characterized by cold weather and excessive moisture, the sum of precipitation was 208 and 222 % of the norm, respectively. On average, according to two SVP, the option – seeding with freshly harvested seeds had a relatively higher yield in 2014, in 2016 and in 2017. In 2015, an average yield increase of 5,2 centners per hectare or 22,4 per cent was observed when sowing seeds of a growing fund. Average for 2014-2017 years, when sowing seeds of different years of harvest, winter hardiness differed by 0,2 points. Resistance to lodging, the duration of the growing season, the mass of 1000 grains according to the variants of the experiment did not differ. The period of vegetation of winter wheat Volzhskaya K on the Uva SVP was longer by 7 days. When sowing with seeds of a passing fund, the plants were 4 and 5 cm taller than the plant in the variant – seeding with freshly harvested seeds. The defeat of snow mold decreased by 4 % and 9 % when sowing with freshly harvested seeds. At the Sarapul SVP, the snow mold damage was 15 % and 10 % more than at the Uva SVP. At the Uva SVP, the root rot damage was lower by 4 % when sown with seeds of the transferring fund.*

**Key words:** *winter wheat, Volzhskaya K grade, freshly harvested seeds, transitional fund, yield*

#### **Authors:**

**Fatykhov Ildus Shamilevich** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice – Rector in Research, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: nir210@mail.ru).

**Korepanova Elena Vitalievna** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Crop Science, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail nir210@mail.ru).

**Kamayev Mikhail Ignatievich** – Head of the Uva SVP (Uva SVP – Uva branch of FGA Gossortkomissiya, 427256, Udmurt Republic, Uvinsky District, Ryabovo Village).

**Mitroshina Marina Vasilevna** – Head of the Sarapul SVP (Sarapul SVP – Sarapul branch of FGA Gossortkomissiya, 427991, Udmurt Republic, Sarapulsky District, Kigbayevo Village, Sovkhoznyaya St., 35B).

УДК 636.2.082.233(470.51)

В.М. Юдин

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ПОДБОРА НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ В СПК – КОЛХОЗ «АВАНГАРД» УВИНСКОГО РАЙОНА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Одним из главных путей повышения продуктивности животных является совершенствование методов племенной работы. Племенной подбор – наиболее действенный приём улучшения существующих и создания новых, более ценных пород, типов и линий животных. В то же время это один из самых сложных и важных вопросов племенной работы. Объектом исследований являлось стадо племенного репродуктора: СПК – колхоз «Авангард» Увинского района Удмуртской Республики, исследования проводились посредством анализа первичных данных племенного и зоотехнического учёта, на основе родословных животных по племенным карточкам коров формы 2-МОЛ, данных записей зоотехнического и племенного учёта. По результатам исследований следует отметить, что наиболее удачным является подбор быков-производителей линии В.Б. Айдиал к коровам линии С.Т. Рокит, продуктивность коров, полученных от данного подбора, составила 8012,0 кг – 3,49 % – 3,16 %. Также наиболее удачными сочетаниями по удою являются подбор быков линии М. Чифтейн к линии В.Б. Айдиал и М. Чифтейн 7454,2 кг и 7588,3 кг соответственно и линии Р. Соверинг к коровам линий М. Чифтейн и Р. Соверинг – 7539,5 кг и 7432,1 кг соответственно. Анализируя молочную продуктивность коров, полученных в результате родственного спаривания, отмечаем, что в целом инбридинг не оказал негативного влияния на молочную продуктивность, так, в большинстве случаев от инбредных коров получено свыше 6000 кг молока, с массовой долей жира от 3,35 до 3,52 %. Лучшие результаты получены при отдалённом инбридинге на предка Гановерхил Старбак 352790 в степенях V–IV, V–V – 7247,4 кг молока с массовой долей жира 4,50 %.*

**Ключевые слова:** чёрно-пёстрый скот, линии, внутрилинейный подбор, кросс линий, племенной подбор, инбридинг, селекция.

**Актуальность.** Одним из главных путей повышения продуктивности животных является совершенствование методов племенной работы. Подбор – наиболее действенный приём улучшения существующих и создания новых, более ценных пород, типов и линий животных. В то же время это один из самых сложных и важных вопросов племенной работы [1, 9, 13].

В племенной работе используют специальные приёмы подбора животных для получения потомства наилучшего качества. Знание происхождения животных и анализ подбора прошлых лет позволяют предугадать результаты спаривания, рассчитывая заранее на эффективность той или иной генеалогической сочетаемости пар [3, 8].

При составлении родительских пар нельзя забывать и о возможных случаях инбридинга, так как подбор пар, линии и инбридинг являются естественной составной частью племенной работы и племенного подбора. Частота встречаемости инбридинга зависит от многих факторов, в настоящее время, когда селекционеры могут использовать методы долговременного хранения спермы производителей, трансплантации яйцеклеток, искусственного осеменения животных, имеется реальная возможность повсеместного и интенсивного использования в воспроизводстве наиболее ценных производителей и самок [2, 5].

В связи с этим возникает ряд методических вопросов по выяснению условий эффективно-го применения родственного спаривания за счёт рационального использования имеющихся племенных ресурсов, что особенно важно в популяциях малой численности используемых производителей, так как стихийный бессистемный инбридинг может оказать негативное влияние на наследственность, что в конечном счёте приведёт к потере ценных качеств скота [6, 11].

**Цель исследования:** изучить влияние линейной принадлежности, метода подбора (внутрилинейный, кросс линий), родственного подбора на показатели молочной продуктивности коров СПК – колхоз «Авангард» Увинского района Удмуртской Республики.

**Задачи исследования:** в связи с поставленной целью были определены следующие задачи:

- установить принадлежность животных к различным линиям;
- распределить животных по методам подбора (внутрилинейный, кросс линий);
- выявить среди изучаемого поголовья особей, полученных в результате родственного спаривания;
- проанализировать молочную продуктивность животных, полученных при разных вариантах подбора.

**Материал и методы:** объектом исследования являлось стадо племенного репродуктора: СПК – колхоз «Авангард» Увинского района Удмуртской Республики, исследования проводились посредством анализа первичных данных племенного и зоотехнического учёта, на основе родословных животных по племенным карточкам коров формы 2-МОЛ, данных записей зоотехнического и племенного учёта, записанных в книгу учёта осеменений и отёлов крупного рогатого скота, журналы регистрации приплода и выращивания молодняка, сводных бонитировочных ведомостей. Линейная принадлежность устанавливалась по происхождению линии отца и матери.

Среди изучаемого поголовья были выделены животные, полученные при использовании родственного и неродственного спаривания. Инбредные особи классифицировались в зависимости от степени и типов инбридинга. Степень инбридинга определялась согласно методу Пуша – Шапоружа и коэффициента инбридинга Райта – Кисловского [6, 15]:

- 1) очень тесный (кровосмешение) I–II; II–I; II–II; F=25 % и более;
- 2) тесный (близкий) инбридинг III–III; II–II; III–I; I–III; II–III; III–II; F=3,13–12,5 %;
- 3) умеренный инбридинг IV–IV; III–IV; IV–III; II–IV; IV–II; F=0,78–3,12 %;
- 4) отдаленный инбридинг V–V; IV–V; V–IV; F=0,19–0,77 %.

Оценка молочной продуктивности проводилась по следующим показателям: удой за 305 дней лактации, массовая доля жира и белка, выход молочного жира и белка. Также оценивалась живая масса животных. Показатели признаков были подвергнуты биометрической обработке, используя персональный компьютер и программу Microsoft Excel, с расчётом средних арифметических показателей и её ошибки.

**Результаты исследований:** как известно, основными структурными элементами стада, как и породы в целом, являются линии и семейства. Чтобы обеспечивать оптимальную структуру стада, необходимо вести с ними планомерную племенную работу. Цель разведения по линиям заключается в закреплении и развитии в потомстве ценных особенностей родоначальника и его продолжателей [4, 12].

В стаде СПК колхоз «Авангард» сложилась определённая генеалогическая структура в разведении животных по линиям, что несомненно способствует ускорению селекции за счёт влияния на животных наиболее ценных производителей, превращения высокоценных наследственных качеств отдельных быков в свойства групповые.

Все используемые быки-производители в стаде принадлежат к основным линиям голштинской породы: Вис Бэк Айдиал 1013415, Монтвик Чифтейн 95679, Рефлексн Соверинг 198998.

Генеалогическая структура маточного стада по принадлежности к линиям: В.Б. Айдиал – 50,4 %, М. Чифтейн – 21,1 %, Р. Соверинг – 28,5 %. Продуктивность коров разных линий представлена в таблице 19.

Среди коров-первотёлок наиболее высокий удой имеют первотёлки линии Р. Соверинг – 7253,6 кг молока. Массовая доля жира в молоке максимальная у коров-первотёлок линии Монтвик Чифтейн – 4,17 %, что на 0,16 % и на 0,13 % выше, чем у первотёлок линии Р. Соверинг и В.Б. Айдиал соответственно.

Среди коров второго отёла более высокий удой за 305 дней лактации имеют коровы линии В.Б. Айдиал – 7101,2 кг молока, но в последующие лактации удой животных этой линии увеличивается незначительно, разница по удою коров второго отёла и полновозрастных составила 86,1 кг. Среди полновозрастных коров наибольший удой отмечен у коров линии Р. Соверинг – 7725,8 кг, незначительно им уступают коровы линии М. Чифтейн – 7694,3 кг молока.

Разница по массовой доле белка в молоке животных отдельных линий и возрастов не превышает 0,03 %. Минимальное содержание белка в молоке коров линии В.Б. Айдиал 3,03 %, максимальное – 3,17 % – у животных линии М. Чифтейн. По живой массе в смежных возрастах коровы разных линий отличаются незначительно, разница составляет порядка 2–5 кг.

Среди коров-первотёлок живая масса коров линии Р. Соверинг – 550,5 кг, линии В.Б. Айдиал – 554,5 кг. Живая масса полновозрастных коров в пределах 590,4–594,7 кг.

Анализ методов подбора показал, что в стаде применялся как внутрелинейный, так и межлинейный подбор. Характеристика продуктивных качеств коров, полученных разными методами подбора, представлена в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что более удачным является подбор быков-производителей линии В.Б. Айдиал к коровам линии С.Т. Рокит, продуктивность коров, полученных от данного подбора, составила 8012,0 кг – 3,49 % – 3,16 %. Также наиболее удачными сочетаниями по удою являются подбор быков линии М. Чифтейн к линии В.Б. Айдиал и М. Чифтейн 7454,2 кг и 7588,3 кг соответственно и линии Р. Соверинг к коровам линий М. Чифтейн и Р. Соверинг – 7539,5 кг и 7432,1 кг соответственно.

Таблица 1 – Продуктивность коров, полученных при разных методах подбора

Сочетания линий		п	Последняя законченная лактация					
Линия отца	Линия матери		удой, кг	содержание жира, %	количество молочного жира, кг	содержание белка, %	количество молочного белка, кг	живая масса, кг
В.Б. Айдиал	В.Б. Айдиал	108	7084,9±104,9	3,53±0,03	249,6±3,9	3,07±0,01	217,6±3,2	583,2±2,8
	М. Чифтейн	60	7110,2±134,9	3,48±0,03	246,8±4,6	3,08±0,01	219,1±4,3	572,6±4,3
	Р. Соверинг	38	6970,0±180,0	3,53±0,03	245,8±6,9	3,08±0,02	215,8±5,6	565,2±4,9
	С.Т. Рокит	5	8012,0±439,9	3,49±0,10	278,9±13,6	3,16±0,03	252,8±13,9	602,2±9,7
М. Чифтейн	Г.О. Корнейшн	4	6373,0±212,9	3,54±0,11	226,4±14,0	3,14±0,08	200,6±10,9	538,5±16,9
	В.Б. Айдиал	55	7454,2±160,7	3,50±0,03	259,9±5,4	3,09±0,01	230,3±4,9	578,5±4,2
	М. Чифтейн	7	7588,3±297,8	3,27±0,1	246,9±5,9	3,04±0,04	230,3±9,1	593,9±14,2
	Р. Соверинг	25	7093,4±212,6	3,58±0,06	254,6±9,7	3,08±0,02	218,1±6,4	572,6±6,6
Р. Соверинг	Г.О. Корнейшн	3	7411,7±647,3	3,48±0,11	256,7±15,6	3,08±0,05	227,8±15,7	578,7±12,8
	В.Б. Айдиал	81	4324,4±137,9	3,50±0,03	255,3±4,4	3,07±0,01	224,9±4,0	5778,5±3,4
	М. Чифтейн	8	7539,5±389,0	3,55±0,09	266,9±14,2	3,07±0,02	231,7±12,2	567,8±9,4
	Р. Соверинг	28	7432,1±218,7	3,39±0,04	251,9±7,6	3,07±0,02	228,4±7,0	575,9±5,3
С.Т. Рокит	Г.О. Корнейшн	3	7880,7±723,1	3,75±0,08	295,7±30,7	3,14±0,11	249,0±30,6	590,0±3,0
	С.Т. Рокит	1	8196	3,28	268,8	3,05	249,9	550,0

Таблица 2 – Характеристика инбредных животных по продуктивности

Кличка производителя, на которого инбредировано животное	Количество случаем, п	Степень инбридинга (по методу Пуша – Шапоружа)	Удой за 305 дн. лактации, кг	Массовая доля жира в молоке, %	Массовая доля белка в молоке, %	Живая масса, кг
Аэростар 383622	12	IV-IV IV-IV,IV	6545,6±249,2	3,35±0,08	3,03±0,02	542±18,3
Аэростар 383622	5	V-IV V-V	6418,5±318,4	3,45±0,09	3,02±0,02	525±7,2
Блекстар 502870	3	IV-IV IV-III	6138,1±260,9	3,41±0,09	3,0±0,02	535±6,3
Блекстар 502870	7	V-IV V-V	6445,1±130,0	3,51±0,05	3,05±0,01	533±3,6
Гановерхил Старбак 352790	15	V-IV V-V	7247,4±331,6	3,50±0,17	3,11±0,03	522±4,4
Пакломар Астроनावт 1458744	13	V-V	6685,0±503,3	3,39±0,22	3,04±0,06	505±12,9
Прелюд 392457	5	V-IV V-V	6181,4±440,3	3,45±0,15	3,03±0,03	502±17,4
Элевейшн 1491007	8	IV-V V-V	6574,0±273,9	3,52±0,11	3,09±0,03	524±13,3

По массовой доле жира в молоке наиболее удачными сочетаниями являются внутрилинейный подбор линии В.Б. Айдиал – 3,53 %, также свыше 3,5 % получено при кроссах линий В.Б. Айдиал – Р. Соверинг, М. Чифтейн – Р. Соверинг и Р. Соверинг – М. Чифтейн.

Лучше сочетания по удою и по массовой доле жира в молоке являются внутрилинейный подбор линии В.Б. Айдиал – 7084,9 кг – 3,53 %, кросс линий В.Б. Айдиал – Р. Соверинг – 7110,2 кг – 3,53 %. Подбор линии М. Чифтейн к линии В.Б. Айдиал – 7454,2 кг – 3,50 %; к линии Р. Соверинг – 7093,4 кг – 3,58 %. Также хорошее сочетание по удою и массовой доле жира в молоке Р. Соверинг – М. Чифтейн – 7539,5 кг с массовой долей жира в молоке 3,55 %.

Немаловажное значение играет выбор предка, на которого осуществляется инбридинг. Основная цель родственного спаривания – сохранение конкретных наследственных особенностей того или иного выдающегося предка. Инбридинг должен проводиться направленно и только при использовании определённого, выдающегося животного. Инбридинг на предка повышает генетическое сходство потомка с предком, следовательно, инбридинг стоит рассматривать как средство повышения однородности животных, и выбор предка, на которого производится инбридинг, играет немаловажное значение [7, 10, 14].

В этой связи большую актуальность приобретает вопрос о возможности, целесообразности и масштабах применения родственных спариваний. В исследуемом стаде также применялся инбридинг, результаты использования инбридинга на разных предков представлены в таблице 2.

Анализ применения инбридинга в стаде показал, что в основном применялся отдалённый и умеренный инбридинг. Среди предков, на которых проводился инбридинг, все предки являются родоначальниками ветвей следующих линий: линии Вис Бэк Айдиал 1013415; Гановерхил Старбак 352790, Прелюд 392457, Эппл Элевейшн 1491007, Пакломар Астронавт 1458744; линии Рефлекшн Соверинг 198998; Аэростар 383622, Блекстар 502870.

Анализируя молочную продуктивность коров, полученных в результате родственного спаривания, отмечаем, что в целом инбридинг не оказал негативного влияния на молочную продуктивность, так, в большинстве случаев от инбредных коров получено свыше 6000 кг молока, с массовой долей жира от 3,35 до 3,52 %.

Лучшие результаты получены при отдалённом инбридинге на предка Гановерхил Стар-

бак 352790 в степенях V–IV, V–V – 7247,4 кг молока с массовой долей жира 4,50 %.

Следует отметить, что при инбридинге на родоначальника ветви Блекстар 502870 линии Рефлекшн Соверинг 198998 при умеренном инбридинге наблюдается снижение удоя на 307 кг по сравнению с отдалённым инбридингом. Обратная тенденция на другого родоначальника ветви данной линии Аэростара 383622, при умеренном инбридинге на данного предка получено 6626,6 кг, что на 127,1 кг больше, чем при отдалённом инбридинге на данного предка.

**Заключение.** Подытоживая вышесказанное, следует отметить, что в дальнейшем при планировании селекционно-племенной работы, подборе быков-производителей, учитывать наиболее удачные сочетания по типу кросс линий: подбор быков-производителей линии В.Б. Айдиал к коровам линии С.Т. Рокит быков линии М. Чифтейн к линии В.Б. Айдиал, по типу внутрилинейного подбора линии М. Чифтейн.

#### Список литературы

1. Басс, С.П. Оценка сельскохозяйственных животных путём измерения их усовершенствованными приборами / С.П. Басс, Ю.И. Герман // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2 (51). – С. 3–8.
2. Белоусова, Ю.В. Селекционно-генетические методы повышения молочной продуктивности и морфофункциональных свойств вымени чёрнопёстрого скота с использованием симменталов австрийской селекции / Ю.В. Белоусова // Приоритетные направления развития современной науки молодых учёных-аграриев: материалы трудов конференции. – С. Солёное Займище, 2016. – С. 661–663.
3. Живоглазова, Е.В. Влияние разных методов выведения коров айрширской породы на их продуктивные качества / Е.В. Живоглазова // Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции 24–25 октября 2013 г., РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству». – Жодино, 2013. – С. 87–88.
4. Исупова, Ю.В. Продуктивность дочерей быков-производителей в зависимости от генотипа каппаказеина (K-Cas) / Ю.В. Исупова, В.М. Юдин // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 16–19 февраля 2016 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 103–105.
5. Кислякова, Е.М. Кормовая база – залог эффективного ведения молочного скотоводства Удмуртской Республики / Е.М. Кислякова, Ю.В. Исупова, С.Л. Воробьева, С.И. Коконов // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2014. – Т. 218. – № 2. – С. 135–140.

6. Любимов, А.И. Взаимосвязь паратипических признаков с продуктивным долголетием коров чёрно-пёстрой породы / А.И. Любимов, А.С. Чукавин, С.Л. Воробьева, В.М. Юдин // Вестник ИжГСХА. – 2017. – № 4 (53). – С. 42–49.

7. Любимов, А.И. Воспроизводительные качества коров в зависимости от линейной принадлежности и применения различных методов племенного подбора / А.И. Любимов, В.М. Юдин, К.П. Никитин // Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века: вклад молодых учёных-исследователей: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 24–27 октября 2017 г.: сборник статей. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 107–110.

8. Любимов, А.И. Статистика случаев родственного спаривания в стаде крупного рогатого скота холмогорской породы АО «Восход» Шарканского района Удмуртской Республики / А.И. Любимов, В.М. Юдин, Н.С. Мокрушина // Научно обоснованные технологии для интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции, 14–17 февраля 2017 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 3. – С. 90–93.

9. Мартынова, Е.Н. Оценка уровня продуктивности и воспроизводительных качеств молочного скота / Е.Н. Мартынова, Ю.В. Исупова, Г.В. Азимова // Зоотехния. – 2015. – № 8. – С. 21–22.

10. Тулинова, О.В. Продуктивность первотёлочек айрширской породы разного происхождения и методов выведения их отцов / О.В. Тулинова, Е.В. Живоглазова // Генетика и разведение животных. – 2014. – № 4. – С. 29–33.

11. Хаердинов, И.М. Динамика массовой доли жира и белка в молоке коров-первотёлочек холмогорской породы / И.М. Хаердинов, В.В. Ковалевский // Владимирский земледелец. – 2016. – № 4 (78). – С. 47–49.

12. Юдин, В.М. Автоматизация первичного зоотехнического учёта как фактор повышения эффективности селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве / В.М. Юдин // Научно обоснованные технологии для интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции, 14–17 февраля 2017 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 3. – С. 140–142.

13. Ястребова, Е.А. Генетические аспекты повышения молочной продуктивности крупного рогатого скота / Е.А. Ястребова // Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века: вклад молодых учёных-исследователей: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 24–27 октября 2017 г.: сборник статей. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 151–153.

14. Sorensen, A.C. Inbreeding in Danish dairy cattle breeds / A.C. Soransen, M.K. Sorensen // J. Dairy Sci. – 2005. – № 88. – P. 1865–1871.

15. Wright, S. Coefficients of inbreeding and relationship / S. Wright // American Naturalist. – 1917. – № 56. – P. 330–338.

### Spisok literatury

1. Bass, S.P. Ocenka sel'skokozyajstvennyh zhivotnyh putyom izmereniya ih usovershenstvovannymi priborami / S.P. Bass, YU.I. German // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skokozyajstvennoj akademii. – 2017. – № 2 (51). – С. 3–8.

2. Belousova, YU.V. Selekcionno-geneticheskie metody povysheniya molochnoj produktivnosti i morfofunkcional'nyh svojstv vymeni chyorno-pyostrogo skota s ispol'zovaniem simmentalov avstrijskoj selekcii / YU.V. Belousova // Prioritetnye napravleniya razvitiya sovremennoj nauki molodyh uchyonyh-agrariev: materialy trudov konferencii. – S. Solyonoe Zajmishche, 2016. – С. 661–663.

3. ZHivoglazova, E.V. Vliyanie raznyh metodov vyvedeniya korov ajrshirskoj породы na ih produktivnye kachestva / E.V. ZHivoglazova // Sbornik nauchnyh trudov po materialam nauchno-prakticheskoy konferencii 24–25 oktyabrya 2013 g., RUP «Nauchno-prakticheskij centr NAN Belarusi po zhivotnovodstvu». – ZHodino, 2013. – С. 87–88.

4. Isupova, YU.V. Produktivnost' docherej bykov-proizvoditelej v zavisimosti ot genotipa kappa-kazeina (K-Cas) / YU.V. Isupova, V.M. YUdin // Nauchnoe i kadrovoe obespechenie APK dlya prodovol'stvennogo importozameshcheniya: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 16–19 fevralya 2016 g. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2016. – С. 103–105.

5. Kislyakova, E.M. Kormovaya baza – zalog ehffektivnogo vedeniya molochnogo skotovodstva Udmurtskoj Respubliki / E.M. Kislyakova, YU.V. Isupova, S.L. Vorob'eva, S.I. Kokonov // Uchyonye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.EH. Baumana. – 2014. – Т. 218. – № 2. – С. 135–140.

6. Lyubimov, A.I. Vzaimosvyaz' paratipicheskikh priznakov s produktivnym dolgoletiem korov chyorno-pyostroj породы / A.I. Lyubimov, A.S. CHukavin, S.L. Vorob'yova, V.M. YUdin // Vestnik IzhGSKHA. – 2017. – № 4 (53). – С. 42–49.

7. Lyubimov, A.I. Vosproizvoditel'nye kachestva korov v zavisimosti ot linejnoy prinadlezhnosti i primeneniya razlichnyh metodov plemennogo podbora / A.I. Lyubimov, V.M. YUdin, K.P. Nikitin // Innovacionnyj potencial sel'skokozyajstvennoj nauki XXI veka: вклад molodyh uchyonyh-issledovatelej: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 24–27 oktyabrya 2017 goda: sbornik statej. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2017. – С. 107–110.

8. Lyubimov, A.I. Statistika sluchaev rodstvennogo sparivaniya v stade krupnogo rogatogo skota holmogorskoj породы АО «Voskhod» SHarkanskogo rajona Udmurtskoj Respubliki / A.I. Lyubimov, V.M. YUdin, N.S. Mokrushina // Nauchno obosnovannye

tehnologii dlya intensivifikacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 14–17 fevralya 2017 g. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2017. – T. 3. – S. 90–93.

9. Martynova, E.N. Ocenka urovnya produktivnosti i vosproizvoditel'nyh kachestv molochnogo skota / E.N. Martynova, YU.V. Isupova, G.V. Azimova // Zootekhniya. – 2015. – № 8. – S. 21–22.

10. Tulinova, O.V. Produktivnost' pervotyolok ajrshirskoj porody raznogo proiskhozhdeniya i metodov vyvedeniya ih otcov / O.V. Tulinova, E.V. Zhivoglazova // Genetika i razvedenie zhivotnyh. – 2014. – № 4. – S. 29–33.

11. Haerdinov, I.M. Dinamika massovoj doli zhira i belka v moloke korov-pervotyolok holmogorskoj porody / I.M. Haerdinov, V.V. Kovalevskij // Vladimirskaia zemledec. – 2016. – № 4 (78). – S. 47–49.

12. YUdin, V.M. Avtomatizaciya pervichnogo zootehnicheskogo uchyota kak faktor povysheniya

ehffektivnosti selekcionno-plemennoj raboty v molochnom skotovodstve / V.M. YUdin // Nauchno obosnovannye tehnologii dlya intensivifikacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 14–17 fevralya 2017 g. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2017. – T. 3. – S. 140–142.

13. YAstrebova, E.A. Geneticheskie aspekty povysheniya molochnoj produktivnosti krupnogo rogatogo skota / E.A. YAstrebova // Innovacionnyj potencial sel'skohozyajstvennoj nauki XXI veka: vklad molodyh uchyonyh-issledovatelej: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 24–27 oktyabrya 2017 goda: sbornik statej. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2017. – S. 151–153.

14. Sorensen, A.C. Inbreeding in Danish dairy cattle breeds / A.C. Soransen, M.K. Sorensen // J. Dairy Sci. – 2005. – № 88. – P. 1865–1871.

15. Wright, S. Coefficients of inbreeding and relationship / S. Wright // American Naturalist. – 1917. – № 56. – P. 330–338.

### Сведения об авторе

**Юдин Виталий Маратович** – кандидат с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail vitaliyudin@yandex.ru).

V.M. Yudin

Izhevsk State Agricultural Academy

### INFLUENCE OF SELECTION METHODS UPON COWS' MILK PRODUCTIVITY AT THE SPK – COLLECTIVE FARM "AVANGARD" OF UVISKI DISTRICT, UDMURT REPUBLIC

*One of the main ways to increase productivity in animal husbandry is to improve methods of breeding. Breed selection – the most effective method of improving the existing and creating the new, more valuable breeds, types and lines of animals. At the same time, this is one of the most difficult and important issues in breeding work. The object of investigation was a herd of a breed reproducer: SPK – collective farm "Avangard" of the Uvinsky district, the Udmurt Republic; the studies were carried out by means of the analysis of the primary data of pedigree and zootechnical accounting, based on pedigree animals on pedigree cows of the form 2-MOL, data of zootechnical and pedigree records. On the results of researches made it is necessary to note, that the selection of bulls-manufacturers of the V.B. Idyl has proved to be the most successful for the cows of S.T. Rokyt line; the productivity of cows obtained from this selection was 8012.0 kg – 3.49% – 3.16%. Also, the most successful combinations for milking are the selection of bulls of M. Chiftein line for the VB Aidial and M. Chiftein lines, 7454.2 kg and 7588.3 kg respectively, and the R.Sovering line for the M. Chiftein and R. Sovering cows' lines – 7539.5 kg and 7432.1 kg, respectively. Analyzing the dairy productivity of cows obtained after related mating, we note that in general, inbreeding did not have a negative effect on milk production, thus in most cases over 6000 kg of milk were received from inbred cows, with a mass fraction of fat from 3.35 to 3.52%. The best results were obtained with remote inbreeding at the ancestor of Ganoverhil Starbuck 352790 in grades V–IV, V–V – 7247.4 kg of milk with a fat mass fraction of 4.50%.*

**Keywords:** black-and-white cattle, lines, intraline selection, cross lines, breeding selection, inbreeding, selection.

### Authors:

**Yudin Vitaliy Maratovich** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail vitaliyudin@yandex.ru).

УДК 633.112.9"324":631.531.027

Т.А. Бабайцева, В.В. Слюсаренко

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА РАННИЕ РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

*Современные технологии производства растениеводческой продукции предполагают широкое применение удобрений, содержащих макро- и микроэлементы, химических и биологических фунгицидов, стимуляторов роста, как отдельно, так и в различных сочетаниях. В научной литературе приводится различная информация об эффективности применения этих препаратов для предпосевной обработки семян. Это может быть связано с рядом причин, в числе которых видовые и сортовые особенности.*

*Изучена реакция сортов озимой тритикале Ижевская 2 и Зимогор ранними ростовыми процессами на предпосевную обработку семян препаратами Виал ТТ, Agree's Форсаж, Мивал-Агро, Эмикс и их сочетанием. Цель исследований – установить влияние предпосевной обработки семян сортов озимой тритикале на ранние ростовые процессы при прорастании семян. Для этого проведена оценка параметров органов проростков (длина coleoptily и ростка, длина и количество первичных корешков), определена степень их развития и сила роста семян. Силу роста семян, морфологические параметры и степень развития проростков определяли по методике Государственной семенной инспекции и методике, описанной Ю.С. Ларионовым.*

*Установлены сортовые особенности в прорастании семян. Средняя длина coleoptily (6,6 см), ростков (9,0 см) и первичных корешков (13,3 см) были существенно выше у сорта Ижевская 2. У сорта Зимогор величина этих показателей составила соответственно 3,8 см, 6,8 см и 10,6 см. По количеству первичных корешков преимущество имел сорт Зимогор (4,6 шт.), у сорта Ижевская 2 сформировалось в среднем 4,3 корешка. Отмечена и разная реакция сортов на предпосевную обработку семян. Препараты Agree's Форсаж, Мивал-Агро и баковая смесь препаратов Мивал-Агро и Виал ТТ обеспечили стимулирование процесса прорастания семян сорта Ижевская 2, которое выразилось в увеличении длины coleoptily на 13–17 %, количества первичных – на 10–12 %, длины первичных корешков – на 14–29 %, силы роста – на 15–17 %. Перечисленные препараты, наоборот, способствовали ингибированию ранних ростовых процессов у сорта Зимогор.*

**Ключевые слова:** озимая тритикале, семена, предпосевная обработка, морфофизиологическая оценка проростков, coleoptиль, росток, первичные корешки.

**Актуальность.** Повышение урожайности сельскохозяйственных культур остаётся ключевой проблемой земледелия и развития сельскохозяйственной отрасли России. Одним из решений данной проблемы является применение современных удобрений, содержащих макро- и микроэлементы, фунгицидов, стимуляторов роста, как отдельно, так и совместно. Установлено, что применение различных химических и биологических препаратов значительно ускоряет цветение растений, а некоторые средства также облегчают их адаптацию к колебаниям погодных условий, защищают от различных заболеваний, оказывают направленное влияние на отдельные этапы онтогенеза с целью мобилизации генетических возможностей растительного организма и, в конечном итоге, повышают продуктивность и качество сельскохозяйственных культур [1–4, 20–22, 25–26]. Воздействие различных препаратов на растения возможно на разных этапах их развития. Однако наиболее эффективным приёмом является обработка семян перед посевом, так как семена в момент прорастания обладают высокой восприимчивостью и возможностью ответной ре-

акции на изменения внешних условий [10]. В научной литературе встречается большое количество публикаций, в которых приводятся результаты применения предпосевной обработки семян [5–6, 9, 11–13, 15–17, 23, 27, 28], но в большинстве из них описывается влияние данного приёма на полевую всхожесть, рост и развитие растений в период вегетации, урожайность, его качество. Однако регулирование продукционного процесса растений начинается уже с ранних этапов его развития. Остаётся малоизученным вопрос о влиянии агротехнических факторов на особенности прорастания семян, которое может иметь видовые и сортовые особенности.

**Цель исследований** – установить влияние предпосевной обработки семян сортов озимой тритикале на ранние ростовые процессы при прорастании семян. В задачи исследований входила оценка параметров органов проростков, определение степени их развития и силы роста семян.

**Материал и методы исследований.** Исследования проводились в 2016 и 2017 гг. Опыт двухфакторный. Фактор А – сорт: Ижевская

2, Зимогор. Фактор В – предпосевная обработка семян: без обработки (контроль); фунгицид Виал ТТ, ВСК (80+60 г/л), 0,4 л/т; минеральное удобрение Agree's Форсаж 2 л/т; баковая смесь Agree's Форсаж 2 л/т + Виал ТТ 0,4 л/т; регулятор роста Мивал-Агро 5 г/т; баковая смесь Мивал-Агро 5 г/т + Виал ТТ 0,4 л/т; минеральный концентрат Эмикс 100 мл/т. Расход рабочей жидкости 10 л/т.

В лабораторных условиях проведена оценка влияния изучаемых препаратов на особенности прорастания семян. Подготовленные к посеву семена относились к категории ОС, суперэлита, по посевным качествам соответствовали требованиям ГОСТ Р 52325-2005. Масса 1000 семян сорта Ижевская 2 в 2016 г. составляла 40,8 г, в 2017 г. – 41,9 г, сорта Зимогор – соответственно 46,7 и 47,2 г. Семена проращивали рулонным методом в трехкратной повторности. Силу роста семян и морфологические параметры проростков (длину coleoptilya, дли-

ну ростка, количество и длину первичных корешков) определяли на 5 сутки по методике Государственной семенной инспекции [18] и методике, описанной Ю.С. Ларионовым [14]. Результаты исследований обработаны методом дисперсионного анализа по алгоритмам, изложенным Б.А. Доспеховым [8], с использованием программы Microsoft Office Excel 2013.

**Результаты исследований.** Проведённые исследования позволяют отметить сортовые особенности формирования всех органов проростков.

Длина coleoptilya проростков сорта Ижевская 2 в среднем по опыту была больше, чем у сорта Зимогор на 2,8 см при НСР<sub>05</sub> = 0,4 см (таблица 1), что согласуется с данными, приведёнными И.А. Рябовой [19]. Такая динамика прослеживается по всем вариантам опыта, разница между сортами независимо от применённой предпосевной обработки семян составила 2,1–3,9 см (НСР<sub>05</sub> = 1,0 см).

Таблица 1 – Длина coleoptilya проростков семян озимой тритикале после предпосевной обработки, см (среднее за 2016–2017 гг.)

Предпосевная обработка (В)	Сорт (А)		
	Ижевская 2	Зимогор	Средняя по В
Без обработки (к)	6,1	3,8	5,0
Виал ТТ	6,1	4,0	5,1
Agree's Форсаж	7,0	3,1	5,1
Виал ТТ + Agree's Форсаж	6,6	3,8	5,2
Мивал-Агро	6,9	4,0	5,5
Мивал-Агро + Виал ТТ	7,1	4,0	5,6
Эмикс	6,2	3,8	5,0
Среднее А	6,6	3,8	–
НСР <sub>05</sub>	главных эффектов		частных различий
А	0,4		1,0
В	0,5		0,6

Отмечена сортовая реакция на изучаемый агроприём. Предпосевная обработка семян сорта Ижевская 2 препаратами Agree's Форсаж,

Мивал-Агро и баковой смесью Мивал-Агро + Виал ТТ увеличила длину coleoptilya на 0,8–1,0 см при НСР<sub>05</sub> = 0,6 см.

Таблица 2 – Длина ростка проростков семян озимой тритикале после предпосевной обработки, см (среднее за 2016–2017 гг.)

Предпосевная обработка (В)	Сорт (А)		
	Ижевская 2	Зимогор	Средняя по В
Без обработки (к)	9,6	7,5	8,6
Виал ТТ	8,1	7,5	7,8
Agree's Форсаж	10,1	7,1	8,6
Виал ТТ + Agree's Форсаж	8,3	7,4	7,9
Мивал-Агро	8,3	5,4	6,9
Мивал-Агро + Виал ТТ	8,4	5,7	7,1
Эмикс	9,9	7,0	8,5
Среднее А	9,0	6,8	–
НСР <sub>05</sub>	главных эффектов		частных различий
А	1,0		2,6
В	0,7		1,0

Реакция сорта Зимогор иная, изменений длины coleoptily в большинстве вариантов опыта отмечено не было. Обработка семян удобрением Agree's Форсаж оказала ингибирующее действие на данный показатель, длина coleoptily уменьшилась на 0,7 см по сравнению с аналогичным показателем в контрольном варианте. Е. Дорогова [7] также отмечает ретардантный эффект некоторых протравителей семян, выражающийся в уменьшении длины coleoptily. Поэтому, считает автор, необходимо дифференцированно подходить к определению оптимальной глубины посева протравленных семян.

Значительные различия между изучаемыми сортами имеются и по длине ростка (таблица 2). Преимущество по данному показателю было также у сорта Ижевская 2, который формировал росток на 2,2 см длиннее, чем сорт Зимогор (НСР05 = 1,0 см).

Приёмы предпосевной обработки семян сорта Ижевская 2 оказали преимущественно негативное влияние на данный показатель (за исключением препаратов Agree's Форсаж

и Эмикс), уменьшив длину ростка по сравнению с аналогичным показателем контрольного варианта на 1,2–1,5 см (НСР05 = 1,0 см). Аналогичное влияние на длину ростка сорта Зимогор оказала обработка семян препаратами Мивал-Агро и баковой смесью Мивал-Агро+ Виал ТТ, показатель уменьшился соответственно на 2,1 см и 1,8 см. В других вариантах предпосевной обработки семян изменения длины ростка были незначительными. Такое влияние препарата Мивал-Агро на длину ростка согласуется с данными С.И. Чмельовой с соавторами [25], которые также отмечали ингибирующее действие препарата Мивал-Агро на длину проростков ячменя.

Лучшее развитие первичной корневой системы имел сорт Ижевская 2. Несмотря на то, что семена сорта Зимогор прорастали в среднем бóльшим, чем у сорта Ижевская 2, количеством первичных корешков (разница составила 0,2 шт. при НСР05= 0,1 шт.), у сорта Ижевская 2 первичные корешки были длиннее в среднем на 2,7 см при НСР05 = 1,5 см (таблица 3).

Таблица 3 – Количество и длина первичных корешков проростков семян озимой тритикале после предпосевной обработки, шт. (среднее за 2016–2017 гг.)

Предпосевная обработка (В)	Количество первичных корешков			Длина корешков, см		
	Сорт (А)			Сорт (А)		
	Ижевская 2	Зимогор	Средняя В	Ижевская 2	Зимогор	Средняя В
Без обработки (к)	3,9	4,7	4,3	11,7	11,9	11,8
Виал ТТ	4,5	4,8	4,7	12,9	11,8	12,4
Agree's Форсаж	4,4	4,4	4,4	15,1	10,4	12,8
Виал ТТ + Agree's Форсаж	4,3	4,8	4,6	12,4	11,1	11,8
Мивал-Агро	4,4	4,3	4,4	13,4	8,9	11,2
Мивал-Агро + Виал ТТ	4,3	4,6	4,5	13,3	9,5	11,4
Эмикс	4,1	4,2	4,2	14,3	10,8	12,6
Среднее А	4,3	4,5	–	13,3	10,6	–
НСР05	главных эффектов		частных различий	главных эффектов		частных различий
А	0,1		0,2	1,5		3,9
В	0,2		0,3	1,0		1,4

Выявлена разная сортовая реакция на предпосевную обработку семян. Количество первичных корешков у сорта Ижевская 2 при обработке препаратами, за исключением Эмикса, увеличилось, по сравнению с аналогичным показателем контрольного варианта, на 0,4–0,6 шт. (НСР05 = 0,3 шт.). У сорта Зимогор данный показатель уменьшился в вариантах обработки препаратами Agree's Форсаж на 0,3 шт., Мивал-Агро на 0,4 шт. и Эмикс на 0,5 шт. В остальных вариантах предпосевная обработка семян не повлияла на количество первичных корешков данного сорта.

На длину первичных корешков у сорта Ижевская 2 оказало стимулирующее влияние применение препаратов Agree's Форсаж, Мивал-Агро, Эмикс, баковой смеси Мивал-Агро + Виал ТТ, показатель увеличился на 1,6–3,4 см (НСР<sub>05</sub> = 1,4 см). У сорта Зимогор перечисленные препараты (за исключением Эмикса), наоборот, привели к уменьшению длины корешков на 1,4–3,0 см.

Таким образом, предпосевная обработка семян сорта Ижевская 2 изучаемыми препаратами оказала стимулирующее влияние на развитие первичной корневой системы. Общая дли-

на первичных корешков повысилась в зависимости от варианта опыта на 7,7–20,8 см (таблица 4). В то же время отмечено ингибирующее влияние препаратов (за исключением фунгицида Виал ТТ) на развитие первичной корне-

вой системы сорта Зимогор, у которого общая длина первичных корешков уменьшилась на 2,6–17,6 см. Это может отразиться на общем развитии растений в осенний период вегетации и качестве перезимовки.

Таблица 4 – Общая длина первичных корешков проростков семян озимой тритикале после предпосевной обработки, см (среднее за 2016–2017 гг.)

Предпосевная обработка (В)	Сорт (А)		
	Ижевская 2	Зимогор	Средняя по В
Без обработки (к)	45,6	55,9	50,8
Виал ТТ	58,1	56,6	57,4
Agree's Форсаж	66,4	45,8	56,1
Виал ТТ + Agree's Форсаж	53,3	53,3	53,3
Мивал-Агро	59,0	38,3	48,7
Мивал-Агро + Виал ТТ	57,2	43,7	50,5
Эмикс	58,6	45,4	52,0
Среднее А	56,9	48,4	–

Комплексный показатель, объединяющий все предыдущие показатели, – степень развития проростков. Данный показатель у изучаемых сортов был в среднем по опыту на одном уровне (таблица 5). Предпосевная обработка семян сорта Ижевская 2 фунгицидом Виал ТТ и удобрением Agree's Форсаж обеспечила лучшее развитие проростков, которые были оценены соответственно на 0,4 и 0,3 балла выше, чем

в контрольном варианте, при НСР = 0,3 балла. В остальных вариантах опыта изменения показателя были незначительными. При обработке семян сорта Зимогор изучаемыми препаратами (за исключением обработки семян фунгицидом Виал ТТ и баковой смесью Agree's Форсаж + Виал ТТ отмечено уменьшение степени развития проростков по сравнению с контролем на 0,4–0,5 балла при НСР<sub>05</sub> = 0,3 балла.

Таблица 5 – Степень развития проростков семян озимой тритикале после предпосевной обработки, балл (среднее за 2016–2017 гг.)

Предпосевная обработка (В)	Сорт (А)		
	Ижевская 2	Зимогор	Средняя В
Без обработки (к)	3,9	4,4	4,2
Виал ТТ	4,3	4,2	4,3
Agree's Форсаж	4,2	4,0	4,1
Виал ТТ + Agree's Форсаж	4,1	4,4	4,3
Мивал-Агро	4,1	4,0	4,1
Мивал-Агро + Виал ТТ	4,0	4,0	4,0
Эмикс	4,0	3,9	4,0
Среднее А	4,1	4,1	–
НСР05	главных эффектов		частных различий
А	0,1		0,3
В	0,2		0,3

Таблица 6 – Сила роста семян озимой тритикале после предпосевной обработки, % (среднее за 2016–2017 гг.)

Предпосевная обработка (В)	Сорт (А)		
	Ижевская 2	Зимогор	Средняя В
Без обработки (к)	81	80	81
Виал ТТ	99	80	90
Agree's Форсаж	98	71	84
Виал ТТ + Agree's Форсаж	91	76	84
Мивал-Агро	96	71	84
Мивал-Агро + Виал ТТ	97	75	86
Эмикс	93	75	84
Среднее А	94	75	–
НСР05	главных эффектов		частных различий
А	15		40
В	4		6

Сила роста показывает долю сильных проростков из числа взошедших семян. К сильным относят проростки, имеющие длину ростка не менее 2,5 см, лист не менее 1/2 размера колеоптиля, количество зародышевых корешков 2 и более [18]. Ю.С. Ларионов [14] считает, что процент таких проростков в анализируемой партии семян относится к наиболее информативным показателям, тесно связанным с полевой всхожестью и урожайными свойствами семян.

Семена сорта Ижевская 2 сформировали более сильные проростки по сравнению с сортом Зимогор. В среднем по опыту сила роста семян сорта Ижевская 2 была выше на 19 % при НСР = 15 % (таблица 6).

Предпосевная обработка семян сорта Ижевская 2 всеми препаратами увеличила силу роста по сравнению с аналогичным показателем контроля на 10–18 % (НСР<sub>05</sub> = 6 %). У сорта Зимогор данный прием привел к снижению показателя на 9 % в вариантах предпосевной обработки семян препаратами Agree's Форсаж и Мивал-Агро, в остальных вариантах опыта показатель был на уровне контрольного варианта.

**Выводы.** На основе проведенной лабораторной оценки влияния предпосевной обработки семян озимой тритикале на прорастание и развитие проростков сделаны следующие выводы.

Установлены сортовые особенности в прорастании семян. Средняя длина колеоптиля (6,6 см), ростков (9,0 см) и первичных корешков (13,3 см) были существенно выше у сорта Ижевская 2. У сорта Зимогор величина этих показателей составила соответственно 3,8 см; 6,8 см и 10,6 см. По количеству первичных корешков преимущество имел сорт Зимогор (4,6 шт.), у сорта Ижевская 2 сформировалось в среднем 4,3 корешка.

Препараты Agree's Форсаж, Мивал-Агро и баковая смесь препаратов Мивал-Агро + Виал ТТ обеспечили стимулирование процесса прорастания семян сорта Ижевская 2, которое выразилось в увеличении длины колеоптиля на 13–17 %, количества первичных – на 10–12 %, длины первичных корешков – на 14–29 %, силы роста – на 15–17 %.

Перечисленные препараты, наоборот, способствовали ингибированию ранних ростовых процессов у сорта Зимогор.

### Список литературы

1. Бабайцева, Т.А. Влияние предпосевной обработки семян и осеннего опрыскивания фунгицидами и биопрепаратами на урожайность озимой пше-

ницы Казанская 285 / Т.А. Бабайцева, И.Ш. Фатыхов, И.В. Перемечева / Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2007. – № 2. – С. 5–6.

2. Бабайцева, Т.А. Влияние некорневых подкормок и регуляторов роста на архитектуру растений озимой тритикале Ижевская 2 / Т.А. Бабайцева, П.П. Петрова // Агрономическому факультету Ижевской ГСХА – 60 лет: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 133–137.

3. Бабайцева, Т.А. Влияние некорневой подкормки и регуляторов роста на урожайность озимой тритикале Ижевская 2 / Т.А. Бабайцева, А.М. Ленточкин, П.П. Петрова // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 4. – С. 25–31.

4. Вафина, Э.Ф. Микроудобрения и формирование урожая овса в Среднем Предуралье: монография / Э.Ф. Вафина, И.Ш. Фатыхов, В.Г. Колесникова. – Ижевск: РИО ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 139 с.

5. Вафина, Э.Ф. Реакция овса сорта Аргмак на предпосевную обработку семян микроэлементами / Э.Ф. Вафина, И.Ш. Фатыхов, В.Г. Колесникова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 8. – С. 17–18.

6. Влияние приёмов предпосевной обработки семян на урожайность и посевные качества зерновых культур / Т.А. Бабайцева, О.С. Тихонова, Н.И. Мазунина, С.И. Коконов // Адаптивные технологии в растениеводстве: материалы Всероссийской науч.-практ. конф., посвящённой 50-летию агрономического факультета / ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: РИО ИжГСХА, 2005. – С. 15–22

7. Дорогова, Е. Тест-драйв протравителей // Новый аграрный журнал. – 2011. – № 2 (2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.newagro.info/articles/002-test-drajv-protravitelej/> (дата обращения: 30.10.2017).

8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

9. Исайчев, В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян регуляторами роста / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3. – С. 14–19.

10. Карпова, Г.А. Активация ранних ростовых процессов семян под действием регуляторов роста как фактор повышения полевой всхожести и урожайности яровой пшеницы / Г.А. Карпова, Л.В. Карпова, Е.Ю. Фролова // Нива Поволжья. – 2016. – № 1 (38). – С. 29–35.

11. Коконов, С.И. Формирование урожайности ячменя Раушан при предпосевной обработке семян микроэлементами / С.И. Коконов, Н.И. Мазунина // Молодые учёные в реализации национальных проектов: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 450-летию вхождения Удмуртии в состав

России, 24–27 окт. 2006 г. / ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2006. – Т. 1. – С. 35–41.

12. Коконов, С.И. Изучение влияния предпосевной обработки семян разными формами микроэлементов на урожайность зерна проса в Среднем Предуралье / С.И. Коконов, В.В. Сентемов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2012. – № 3 (32). – С. 12–13.

13. Колесникова, В.Г. Влияние предпосевной обработки семян и норм высева на урожайность овса Яков в Среднем Предуралье / В.Г. Колесникова, К.В. Захаров // Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса : материалы Всерос. науч.-практ. конф., 17–20 февраля 2015 г. / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2015. – Т. 1. – С. 25–30.

14. Ларионов, Ю.С. Теоретические основы современного семеноводства и семеноведения : учеб. пособие для студентов по агроном. спец. / Ю.С. Ларионов. – Челябинск: Челяб. гос. агроинж.ун-т, 2003. – 361 с.

15. Ленточкин, А.М. Эффективность предпосевной обработки семян препаратом тур и фонов питания эродированной почвы на урожайность овса Астор / А.М. Ленточкин // Материалы юбилейной научной конференции профессорско-преподавательского состава, посвящённой 50-летию института (9–11 ноября 1993 г., г. Ижевск) / Ижевская ГСХА. – Ижевск, 1995. – Ч. 1. – С. 18–19.

16. Мазунина, Н.И. Урожайность ячменя Родник Прикамья при предпосевной обработке семян микроэлементами / Н.И. Мазунина, Н.В. Богданова // Агрономическому факультету Ижевской ГСХА – 60 лет: материалы Всерос. науч.-практ. конф. / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2014. – С. 96–99.

17. Мерзлякова, А.О. Влияние предпосевной обработки семян различными микроудобрениями на формирование урожайности и качество надземной биомассы ярового рапса Галант / А.О. Мерзлякова, И.Ш. Фатыхов, Э.Ф. Вафина // Науке нового века – знания молодых : материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых учёных, аспирантов и соискателей, посвящённой 80-летию Вятской ГСХА : сб. науч. тр. / ФГОУ ВПО Вятская ГСХА. – Киров, 2010. – Ч. 1: Агрономические науки. – С. 113–117.

18. Методика определения силы роста семян / Государственная семенная инспекция МСХ СССР. – М., 1983. – 14 с.

19. Рябова, И.А. Оценка биологической ценности семян сортов озимой тритикале / И.А. Рябова, Т.А. Бабайцева // Молодёжная наука 2016: технологии, инновации: материалы Всероссийской науч.-практической конф. молодых учёных, аспирантов и студентов (2016; Пермь). В 3-х ч. Ч. 1 / Науч. редкол. Ю.Н. Зубарев [и др.]. – Пермь: Изд-во ИПЦ «Прокрость», 2016. – С. 87–90.

20. Рябова, Т.Н. Влияние предпосевной обработки семян на урожайность и качество овса Конгур / Т.Н. Рябова, М.А. Стрижова, П.А. Сурнин // Вестник

Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 1 (34). – С. 9–11.

21. Тихонова, О.С. Приёмы посева озимых зерновых культур в Среднем Предуралье: монография / О.С. Тихонова, И.Ш. Фатыхов, Т.А. Бабайцева. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – 270 с.

22. Толканова, Л.А. Приёмы подготовки и посева семян в технологии возделывания овса сорта Улов / Л.А. Толканова, И.Ш. Фатыхов // Материалы науч.-практ. конф. агрономического факультета Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, посвящённой 45-летию её основания / Ижевская ГСХА – Ижевск, 1999. – С. 125–128.

23. Фатыхов, И.Ш. Сортовая реакция ячменя на различные приёмы предпосевной обработки семян / И.Ш. Фатыхов, Л.А. Толканова // Материалы юбилейной науч. конф. профессорско-преподавательского состава, посвящённой 50-летию института (9–11 ноября 1993 г., г. Ижевск) / Ижевская ГСХА. – Ижевск, 1995. – Ч. 1. – С. 9–10.

24. Фатыхов, И.Ш. Предпосевная обработка семян смесью микроудобрений и элементный состав зерна овса посевного сорта Гунтер / И.Ш. Фатыхов, В.Г. Колесникова, А.И. Кубашева // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 8. – С. 19–20.

25. Чмелёва, С.И. Влияние препарата Мивал-Агро на ростовые процессы растений ячменя на ранних этапах онтогенеза / С.И. Чмелёва, Е.Н. Кучер, Г.В. Решетник // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2013. – № 9. – С. 206–214.

26. Ashraf, M. Pre-Sowing Seed Treatment – A Shotgun Approach to Improve Germination, Plant Growth, and Crop Yield Under Saline and Non-Saline Conditions / M. Ashraf, M.R. Foolad // Advances in Agronomy. – 2005. – Vol. 88. – P. 223–271.

27. Iqbal, M. Changes in growth, photosynthetic capacity and ionic relations in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) due to pre-sowing seed treatment with polyamines / M. Iqbal, M. Ashraf // Plant Growth Regulation. – 2005. – Vol. 46. – N. 1. – P. 19–30.

28. Wahid, A. Induction of Heat Stress Tolerance in Barley Seedlings by Pre-Sowing Seed Treatment with Glycinebetaine / A. Wahid, A. Shabbir // Plant Growth Regulation. – 2005. – Vol. 46. – N. 2. – P. 133–141.

### Spisok literatury

1. Babajceva, T.A. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan i osennego opryskivaniya fungicidami i biopreparatami na urozhajnost' ozimoy pshenicy Kazanskaya 285 / T.A. Babajceva, I.SH. Fatyhov, I.V. Peremecheva / Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova. – 2007. – № 2. – S. 5–6.

2. Babajceva, T.A. Vliyanie nekornevnyh podkormok i regulatorov rosta na arhitektoniku rastenij ozimoy tritikale Izhevskaya 2 / T.A. Babajceva, P.P. Petrova // Agronomicheskomu fakul'tetu Izhevskoj GSKHA – 60 let: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2014. – S. 133–137.

3. Babajceva, T.A. Vliyanie nekornevoj podkormki i regulatorov rosta na urozhajnost' ozimoy tritikale Izhevskaya 2 / T.A. Babajceva, A.M. Lentochnik, P.P. Petrova // Zernovoe hozyajstvo Rossii. – 2015. – № 4. – S. 25–31.
4. Vafina, E.H.F. Mikroudobreniya i formirovanie urozhaya ovsa v Srednem Predural'e: monografiya / E.H.F. Vafina, I.SH. Fatyhov, V.G. Kolesnikova. – Izhevsk : RIO FGOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2007. – 139 s.
5. Vafina, E.H.F. Reakciya ovsa sorta Argamak na predposevnyuyu obrabotku semyan mikroelementami / E.H.F. Vafina, I.SH. Fatyhov, V.G. Kolesnikova // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2014. – № 8. – S. 17–18.
6. Vliyanie priyomov predposevnoj obrabotki semyan na urozhajnost' i posevnye kachestva zernovykh kul'tur / T.A. Babajceva, O.S. Tihonova, N.I. Mazunina, S.I. Kokonov // Adaptivnye tekhnologii v rastenievodstve: materialy Vserossijskoj nauch.-prak. konf., posvyashchyonnoj 50-letiyu agronomicheskogo fakul'teta / FGOU VPO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk: RIO IzhGSKHA, 2005. – S. 15–22
7. Dorogova, E. Test-drajv protravitelej // Novyj agrarnyj zhurnal. – 2011. – № 2 (2) [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.newagro.info/articles/002-test-drajv-protravitelej/> (data obrashcheniya: 30.10.2017).
8. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
9. Isajchev, V.A. Urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy v zavisimosti ot predposevnoj obrabotki semyan regulatorami rosta / V.A. Isajchev, N.N. Andreev, A.V. Kaspirovskij // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2013. – № 3. – S. 14–19.
10. Karpova, G.A. Aktivaciya rannih rostovykh processov semyan pod dejstviem regulatorov rosta kak faktor povysheniya polevoj vskhozhesti i urozhajnosti yarovoj pshenicy / G.A. Karpova, L.V. Karpova, E.YU. Frolova // Niva Povolzh'ya. – 2016. – № 1 (38). – S. 29–35.
11. Kokonov, S.I. Formirovanie urozhajnosti yachmenya Raushan pri predposevnoj obrabotke semyan mikroelementami / S.I. Kokonov, N.I. Mazunina // Molodye uchyonye v realizacii nacional'nykh proektov : materialy Vseros. nauch.-prak. konf., posvyashch. 450-letiyu vhozhdeniya Udmurtii v sostav Rossii, 24–27 okt. 2006 g. / FGOU VPO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2006. – T. 1. – S. 35–41.
12. Kokonov, S.I. Izuchenie vliyaniya predposevnoj obrabotki semyan raznymi formami mikroelementov na urozhajnost' zerna prosa v Srednem Predural'e / S.I. Kokonov, V.V. Sentemov // Vestnik Izhevskoj GSKHA. – 2012. – № 3 (32). – S. 12–13.
13. Kolesnikova, V.G. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan i norm vyseva na urozhajnost' ovsa YAKov v Srednem Predural'e / V.G. Kolesnikova, K.V. Zaharov // Teoriya i praktika – ustojchivomu razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa : materialy Vseros. nauch.-prak. konf., 17–20 fevralya 2015 g. / FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2015. – T. 1. – S. 25–30.
14. Larionov, YU.S. Teoreticheskie osnovy sovremennogo semenovodstva i semenovedeniya : ucheb. posobie dlya studentov po agron. spec. / YU.S. Larionov. – CHelyabinsk: CHelyab. gos. agroinzh.un-t, 2003. – 361 s.
15. Lentochnik, A.M. EHeffektivnost' predposevnoj obrabotki semyan preparatom tur i fonov pitaniya ehrodivovannoj pochvy na urozhajnost' ovsa Astor / A.M. Lentochnik // Materialy yubilejnoy nauchnoj konferencii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, posvyashchyonnoj 50-letiyu instituta (9–11 noyabrya 1993 goda, g. Izhevsk) / Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 1995. – CH. 1. – S. 18–19.
16. Mazunina, N.I. Urozhajnost' yachmenya Rodnik Prikam'ya pri predposevnoj obrabotke semyan mikroelementami / N.I. Mazunina, N.V. Bogdanova // Agronomicheskomu fakul'tetu Izhevskoj GSKHA – 60 let: materialy Vseros. nauch.-prak. konf. / FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 2014. – S. 96–99.
17. Merzlyakova, A.O. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan razlichnymi mikroudobreniyami na formirovanie urozhajnosti i kachestvo nadzemnoj biomassy yarovogo rapsa Galant / A.O. Merzlyakova, I.SH. Fatyhov, E.H.F. Vafina // Nauke novogo veka – znaniya molodyh : materialy Vseros. nauch.-prak. konf. molodyh uchyonyh, aspirantov i soiskatelej, posvyashch. 80-letiyu Vyatskoj GSKHA : sb. nauch. tr. / FGOU VPO Vyatskaya GSKHA. – Kirov, 2010. – CH. 1: Agronomicheskie nauki. – S. 113–117.
18. Metodika opredeleniya sily rosta semyan / Gosudarstvennaya semennaya inspeksiya MSKH SSSR. – M., 1983. – 14 s.
19. Ryabova, I.A. Ocenka biologicheskoy cennosti semyan sortov ozimoy tritikale / I.A. Ryabova, T.A. Babajceva // Molodyozhnaya nauka 2016: tekhnologii, innovacii: materialy Vserossijskoj nauch.-prakticheskoy konf. molodyh uchyonyh, aspirantov i studentov (2016; Perm'). V 3-h ch. CH. 1 / Nauch. redkol. YU.N. Zubarev [i dr.]. – Perm': Izd-vo IPC «Prokrost'», 2016. – S. 87–90.
20. Ryabova, T.N. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan na urozhajnost' i kachestvo ovsa Konkur / T.N. Ryabova, M.A. Strizhova, P.A. Surnin // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2013. – № 1 (34). – S. 9–11.
21. Tihonova, O.S. Priyomy poseva ozimyh zernovykh kul'tur v Srednem Predural'e: monografiya / O.S. Tihonova, I.SH. Fatyhov, T.A. Babajceva. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2017. – 270 s.
22. Tolkanova, L.A. Priyomy podgotovki i poseva semyan v tekhnologii vozdeleyvaniya ovsa sorta Ulov / L.A. Tolkanova, I.SH. Fatyhov // Materialy nauch.-prak. konf. agronomicheskogo fakul'teta Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii, posvyashchyonnoj 45-letiyu eyo osnovaniya / Izhevskaya GSKHA – Izhevsk, 1999. – S. 125–128.
23. Fatyhov, I.SH. Sortovaya reakciya yachmenya na razlichnye priyomy predposevnoj obrabotki semyan /

I.SH. Fatyhov, L.A. Tolkanova // Materialy yubilejnoj nauch. konf. professorsko-prepodavatel'skogo sostava, posvyashchyonnoj 50-letiyu instituta (9–11 noyabrya 1993 goda, g. Izhevsk) / Izhevskaya GSKHA. – Izhevsk, 1995. – CH. 1. – S. 9–10.

24. Fatyhov, I.SH. Predposevnaya obrabotka semyan smes'yu mikroudobrenij i ehlementnyj sostav zerna ovsy posevnogo sorta Gunter / I.SH. Fatyhov, V.G. Kolesnikova, A.I. Kubasheva // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2014. – № 8. – S. 19–20.

25. CHmelyova, S.I. Vliyanie preparata Mival-Agro na rostovye processy rastenij yachmenya na rannih etapah ontogeneza / S.I. CHmelyova, E.N. Kucher, G.V. Reshetnik // EHkosistemy, ih optimizaciya i ohrana. – 2013. – № 9. – S. 206–214.

26. Ashraf, M. Pre-Sowing Seed Treatment – A Shotgun Approach to Improve Germination, Plant Growth, and Crop Yield Under Saline and Non-Saline Conditions / M. Ashraf, M.R. Foolad // Advances in Agronomy. – 2005. – Vol. 88. – P. 223–271.

27. Iqbal, M. Changes in growth, photosynthetic capacity and ionic relations in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) due to pre-sowing seed treatment with polyamines / M. Iqbal, M. Ashraf // Plant Growth Regulation. – 2005. – Vol. 46. – N. 1. – P. 19–30.

28. Wahid, A. Induction of Heat Stress Tolerance in Barley Seedlings by Pre-Sowing Seed Treatment with Glycinebetaine / A. Wahid, A. Shabbir // Plant Growth Regulation. – 2005. – Vol. 46. – N. 2. – P. 133–141.

### Сведения об авторах:

**Бабайцева Татьяна Андреевна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426033, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Кирова, 16, e-mail: taan62@mail.ru).

**Слюсаренко Владимир Васильевич** – аспирант кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426033, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Кирова, 16, e-mail: vladslyu@ya.ru).

T. A. Babaytseva, V.V. Slyusarenko  
Izhevsk State Agricultural Academy

## IMPACT OF PRE-SOWING SEED TREATMENT ON THE EARLY GROWTH PROCESSES OF WINTER TRITICALE

*Modern technologies of crop production suggest wide application of fertilizers containing macro- and microelements, chemical and biological fungicides, growth stimulants, either separately, or in various combinations. The scientific literature indicates varying information on efficiency of these preparations for pre-sowing seed treatment. It may be ascribed to some reasons, including specific and varietal features.*

*The paper presents findings of the research of the response of winter triticale cultivars Izhevskaya 2 and Zimogor to pre-sowing seed treatment with Vial TT, Agree's Forsage, Mival-Agro, Emix, and their combinations. The aim of the studies is to determine effects of pre-sowing seed treatment of winter triticale on early growth processes at seed germination. To achieve the aim the parameters of germinant parts (length of coleoptile and spread, length and number of radicles) were assessed, the level of seed development and their germinative power were also determined. The germinative power, morphological parameters and germinant development level were determined using the procedure of the State Seed Inspection Agency and procedures described by Yu. S. Larionov.*

*Varietal features of seed germination have been identified. The average values of length of coleoptile (6.6 cm), germinants (9.0 cm) radicle (13.3 cm) of Izhevskaya 2 cultivar proved to be higher than those of Zimogor cultivar. These values of Zimogor were of 3.8 cm, 6.8 cm, and 10.6 cm, respectively. As per the number of radicles, the Zimogor cultivar had an advantage (4.6 pcs), whereas Izhevskaya 2 cultivar formed, on average, 4.3 radicles. We have also noted a different response of these cultivars to pre-sowing seed treatment. Preparations Agree's Forsage, Mival-Agro and tank mixture of Mival-Agro and Vial TT had provided stimulation of seed germination of Izhevskaya 2 cultivar, which explicated an increase of coleoptile length by 13–17%, whereas the number of radicles – by 10–12%, length of radicles – by 14–29%, spread – by 15–17%. However, the listed preparations, on the contrary, contributed to inhibition of early growth processes for Zimogor cultivar.*

**Keywords:** winter triticale, seeds, pre-sowing seed treatment, morpho-physiological assessment of germinants, coleoptile, sprouts, radicle.

### Authors:

**Babaytseva Tatyana Andreevna** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Plant Cultivation, Izhevsk State Agricultural Academy (16, Kirov St., Izhevsk, Russian Federation, 426033, e-mail: taan62@mail.ru).

**Slyusarenko Vladimir Vasilyevich** – Post-graduate Student, Department of Plant Cultivation, Izhevsk State Agricultural Academy (16, Kirov St., Izhevsk, Russian Federation, 426033, e-mail: vladslyu@ya.ru).

УДК 314.8.062

О.В. Абрамова<sup>1</sup>, П.Б. Акмаров<sup>2</sup>, Н.В. Горбушина<sup>2</sup>, О.П. Князева<sup>2</sup><sup>1</sup>Минсельхозпрод Удмуртии<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКИХ РАЙОНОВ УДМУРТИИ

*Рассматриваются вопросы социально-экономического развития сельских территорий на примере Удмуртской Республики. Показана глубина дифференциации уровня социального благополучия для сельских районов. На основе корреляционного анализа и социологических исследований выбраны факторы прироста населения конкретной территории. Определена взаимосвязь социально-экономических факторов с численностью населения территории, с миграцией и естественным приростом. Дано объяснение причин дифференциации показателей развития районов от объективных и субъективных факторов. Построены модели формирования социально-экономической инфраструктуры развития трудового потенциала. Предложен показатель социально-экономического развития региона. Рассчитаны значения этого показателя для сельских районов Удмуртии. Даны комментарии по результатам расчётов и выработаны рекомендации по применению разработанной методики органами власти и структурами бизнеса.*

**Ключевые слова:** социальные условия, прирост населения, миграция, газификация, жилищные условия, корреляционный анализ, регрессионная модель, уровень развития.

**Актуальность.** Удмуртская Республика является одной из наиболее развитых аграрных территорий страны, где наряду с сохранившимся крупным сельскохозяйственным производством развивается среднее и мелкое аграрное производство. Республика занимает лидирующие позиции в стране по производству молока, яиц, льна и др. В сельском хозяйстве Удмуртии трудится менее одного процента от численности работников аграрной сферы России, но они производят более полутора процентов валового сельскохозяйственного продукта страны [1]. В то же время социально-экономические условия жизни в сельских районах Удмуртии в целом значительно хуже, чем в развитых аграрных регионах России.

Характерные особенности развития сельских территорий страны в полной мере отражаются и в Удмуртии. Так, за последние 10 лет доля сельского населения в республике сократилась почти на 1 %, а численность работающих в сельском хозяйстве уменьшилась более чем в 2 раза: с 60 тысяч до 27 тысяч человек и сейчас составляет только 5 % от работающего населения республики [2].

Однако, даже в пределах Удмуртии социально-экономическое развитие территорий идёт неравномерно. В 25 сельских районах Удмуртии проживает 521 тыс. человек. Наибольшая плотность населения в Завьяловском, Мало-Пургинском и Алнашском районах

(более 20 человек на кв. км). Наименьшая плотность в Красногорском, Селтинском и Сюмсинском районах (менее 7 человек на кв. км) [3].

Уровень жизни людей на этих территориях также существенно отличается, причём эти отличия в последние годы углубляются. Покажем эти особенности, полученные из официальных материалов государственной статистики [7].

Социальная среда и условия труда определяющим образом влияют на благополучие человека, производительность его труда. Прирост населения территории является естественным показателем благополучия региона, который формируется из двух составных элементов – миграции и естественного прироста за счёт превышения рождаемости над смертностью.

Показатели прироста населения в сельских районах за последние пять лет показаны в таблице 1. Положительный прирост наблюдается только в Завьяловском и Мало-Пургинском районах, причём в первом из них это происходит преимущественно за счёт миграции населения. Как правило, сюда переезжают жители столицы республики и близлежащих районов для того, чтобы улучшить свои жилищные условия и одновременно создать благоприятные условия для труда, так как район имеет хорошую транспортную связь с городом Ижевском.

Таблица 1 – Прирост населения в сельских районах Удмуртской Республики за 2012–2016 гг.

Район	Численность населения, тыс. чел.	Прирост, чел. / тыс. чел.	Район	Численность населения, тыс. чел.	Прирост, чел. / тыс. чел.
Алнашский	18,80	–42,55	Киясовский	9,40	–74,47
Балезинский	31,30	–67,09	Красногорский	9,00	–88,89
Вавожский	15,50	–25,81	Малопургинский	33,70	20,77
Воткинский	24,20	–16,53	Можгинский	26,50	–60,38
Глазовский	16,40	–73,17	Сарапульский	24,40	–16,39
Граховский	8,30	–72,29	Селтинский	10,50	–66,67
Дебёсский	12,10	–33,06	Сюмсинский	12,30	–65,04
Завьяловский	74,70	99,06	Увинский	38,10	–23,62
Игринский	36,80	–24,46	Шарканский	18,60	–16,13
Камбарский	6,50	–46,15	Юкаменский	8,80	–79,55
Каракулинский	10,90	–91,74	Як-Бодьинский	21,30	–14,08
Кезский	20,40	–68,63	Ярский	13,60	–66,18
Кизнерский	18,90	–37,04	Всего	521,00	–42,00

Показатель миграции наиболее характерен для населения среднего возраста и молодёжи. В Удмуртии в целом, как и в сельских районах, этот показатель в последние годы имеет отрицательную тенденцию, которая особо выделяется для отдалённых северных районов. Следует обратить особое внимание на те территории, где отрицательная миграция имеет критически низкий уровень. Это Каракулинский, Селтинский, Красногорский и Кезский районы. В первую очередь, на этих территориях надо создавать рабочие места, одновременно развивая социальную инфраструктуру.

В плане развития территорий можно привести примеры Вавожского и Увинского районов, где рабочие места и социальные условия преимущественно создаются предпринимателями, заинтересованными в развитии бизнеса. Они активно используют территориальные особенности и ресурсные возможности района, создавая высокотехнологичные рабочие места. Причём в Вавожском районе это происходит преимущественно в аграрном производстве.

На наш взгляд, у каждого района есть конкурентные преимущества, которые можно использовать в будущем. К примеру, Каракулинский район расположен вдоль берегов самой крупной реки Удмуртии Камы и является особой территорией со своими природно-климатическими условиями. Здесь весьма перспективным является развитие туристического бизнеса.

Однако, отрицательную миграцию на селе полностью остановить невозможно. Это связано с развитием экономики и общества, ориен-

тированного на развитие отраслей с высоким уровнем автоматизации производства и информационными технологиями.

Мы считаем, что более важным показателем развития территории является естественный прирост населения, который является результатом удовлетворённости жителей условиями жизни и труда. Если сравнивать этот показатель по районам республики (рисунок 2), то он тоже отличается существенно от низких отрицательных значений (убытие населения) в Ярском, Красногорском, Глазовском районах до значительных положительных в Завьяловском, Увинском, Мало-Пургинском, Шарканском районах.

Здесь можно выделить несколько причин различия районов по естественному приросту. Прежде всего, следует отметить, что уровень смертности населения по районам существенно не отличается. Средняя продолжительность жизни сельского населения Удмуртии сегодня составляет 68,6 года, что на 3,4 ниже продолжительности жизни городского населения республики.

В то же время уровень рождаемости по районам республики отличается существенно, поэтому естественный прирост также сильно дифференцирован. Надо понимать, что рождаемость населения выше там, где больше проживает молодых семей и людей среднего возраста. А это, в свою очередь, связано опять с развитием производства и наличием рабочих мест. Но немаловажное значение для этого показателя имеют и социальные факторы.

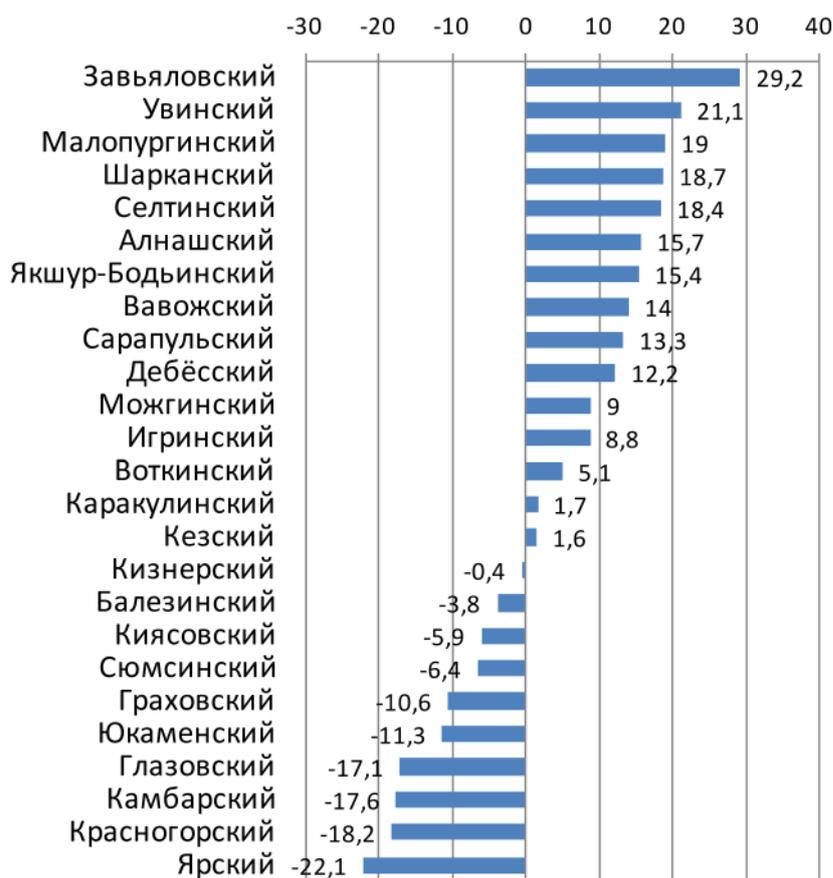


Рисунок 1 – Естественный прирост населения за 2012–2016 гг., чел./на 1000 чел.

**Цель исследований.** Выявить влияние социально-экономических факторов на развитие трудового потенциала, определить приоритетные направления развития сельских территорий с учётом их особенностей.

**Методика исследований.** Нами проведены социологические исследования предпочтений выпускников профессиональных образовательных организаций Удмуртии, обучающихся по сельскохозяйственным специальностям.

Кроме того, выполнен экономико-статистический анализ развития сельских районов Удмуртской Республики в динамике за пять последних лет. Результаты обработаны методами корреляционного и регрессионного анализов.

**Результаты исследования.** Анализ результатов анкетирования показал, какие причины являются определяющими при выборе молодым специалистом будущего места работы. Помимо уровня заработной платы и близости к месту постоянного проживания (месту жительства родителей) молодого человека интересует и совокупность социальных условий территории, где он планирует работать.

Поэтому для дальнейшего анализа нами выбраны такие факторы, как уровень газификации района (% от плана) X1, обеспеченность водопроводными сетями (м на 1 кв. км) X2, обе-

спеченность жильем (кв. м на 1 чел.) X3, обеспеченность дорогами с твёрдым покрытием (м на 1 кв. км) X4, уровень заработной платы сельского населения (руб. в месяц) X5. В качестве исследуемого показателя Y рассмотрели величину прироста населения на 1000 человек жителей.

Различия в социально-экономическом развитии сельских территорий республики показаны в таблице 2. При анализе этих сведений следует иметь в виду, что не всё сельское население занимается аграрным производством. В таких районах, как Воткинский, Завьяловский, Сарапульский, Каракулинский, Як-Бодьинский и некоторых других, где развито промышленное производство, большая часть работающих трудится не в сельском хозяйстве, поэтому и уровень заработной платы там выше.

Очень важным фактором развития территории является её газификация. В отличие от развитых территорий России и соседних регионов, в Удмуртии этот показатель очень низкий и по сельским районам в среднем не превышает 60 %. Однако в ряде районов сегодня уровень газификации уже превышает 80 %. В то же время есть районы с уровнем газификации менее 30 %. Это, как правило, отдалённые северные районы Удмуртии.

Таблица 2 – Социальная инфраструктура села (по состоянию на конец 2016 г.)

Район	Газификация %	Водопроводы, м/кв. км	Жилье, кв. м / чел.	Дороги, м / кв. км	Среднемесячная зарплатная плата, руб.
Алнашский	89,8	260,7	27,6	335,9	18480
Балезинский	47,8	118,5	23,5	256,3	19518
Вавожский	62,9	165,5	22,6	148,2	23135
Воткинский	90,2	114,2	24,2	245,8	31620
Глазовский	35,3	92,7	25,8	204,7	18247
Граховский	67,6	292,3	22,6	217,0	20144
Дебёсский	41,9	103,3	23,5	223,2	21334
Завьяловский	83,4	180,0	23,1	358,1	25882
Игринский	17,8	133,7	22,8	222,9	24426
Камбарский	88,5	189,1	25,1	188,0	22532
Каракулинский	84,2	135,1	23,3	252,1	25632
Кезский	28,6	95,3	24,0	146,7	19337
Кизнерский	52,4	48,3	20,9	147,8	24320
Княсовский	82,7	173,3	23,3	287,6	19911
Красногорский	24,3	55,4	23,4	168,9	19516
Малопургинский	81,6	190,2	22,9	351,1	21288
Можгинский	67,9	121,8	20,5	257,7	22747
Сарапульский	64,5	115,9	19,4	194,0	22849
Селтинский	22,3	70,8	22,8	169,3	19486
Сюмсинский	37,3	78,8	21,4	151,8	21598
Увинский	73	120,7	21,9	228,0	23715
Шарканский	41,3	166,0	24,2	301,3	20527
Юкаменский	34,5	138,1	24,1	269,5	17865
Якшур-Бодьинский	47,1	97,2	21,3	155,9	26943
Ярский	34,5	58,7	23,9	149,2	19247

Сравнивая этот показатель с соседними регионами, мы отмечаем, что даже передовые районы не дотягивают по уровню газификации до средних по нашему федеральному округу (сегодня средняя величина по Приволжскому федеральному округу составляет 82,7 %, а в России 68,1 %) [5].

Проблема газификации является весьма актуальной не только с точки зрения создания комфортных условий проживания для сельских жителей, но и для развития производства. Как показывают исследования, на территориях с высоким уровнем газификации размеры инвестиций в производство растут опережающими темпами. Это касается в первую очередь развития агропромышленного комплекса региона, особенно перерабатывающих отраслей, так как показатель энергоёмкости этих производств находится на достаточно высоком уровне.

Обеспеченность жильём в сельских районах тоже отличается, но не так существенно. Сегодня на одного жителя сельского района

республики приходится в среднем от 20 до 28 кв. м жилья. Это выше минимальных нормативов, установленных для республики. Положительную роль в улучшении этого показателя играют федеральные и республиканские целевые программы, которые направлены на создание условий молодым специалистам и работникам аграрной сферы.

Причём следует отметить, что за последние 5 лет уровень обеспеченности жильём на селе существенно возрос (более чем на 7 %). Конечно, частично это связано и с оформлением документов, так как регистрация жилья в этот период шла активными темпами по так называемой программе «дачной амнистии». С другой стороны, сокращение численности сельского населения и ввод в эксплуатацию нового жилья тоже способствовали росту показателя.

Ещё одним существенным фактором социального обустройства территории является её транспортная инфраструктура и, в первую очередь, наличие автомобильных дорог.

Сегодня практически каждая семья владеет автомобильным транспортом, поэтому наличие дорог оказывает решающее влияние на развитие территории. Этот показатель существенно отличается по сельским районам. Он выше в пригородных районах и районах, прилегающих к федеральным трассам.

Если посмотреть по карте, то можно сделать вывод, что северные районы республики в целом намного хуже обеспечены дорогами. Но и из этого правила есть исключения, и они связаны с развитием нефтедобычи в республике. Много дорог в своё время было построено под нужды нефтяной отрасли, которая являлась основным источником доходов бюджета республики, поэтому в тех сельских районах, где была обнаружена нефть, там и дорог построено больше.

В настоящее время в республике принята программа по развитию дорожной сети Удмуртии, но кризисные явления в экономике не позволяют реализовать её собственными силами республики, а федеральное финансирование остаётся крайне недостаточным. Поэтому сейчас деньги выделяются в основном на поддержание существующих дорог в исправном состоянии.

Планируемые к строительству новые дороги на селе в основном не асфальтовые, а из щебня и гравия, что вполне оправдано при финансовом дефиците региона. Мы полагаем, что при реализации планов строительства дорог необходимо обратить первоочередное внима-

ние районам со слабой транспортной инфраструктурой.

Особенность этого фактора ещё и в том, что в строительство дорог сложно привлечь инвестиции предпринимателей, здесь, в первую очередь, нужно государственное финансирование.

На социально-экономическое развитие влияют и другие факторы, но мы привели только наиболее важные из них, которые непосредственно влияют на трудовой потенциал [8]. Влияние приведённых факторов на результирующий показатель рассчитано методами корреляционно-регрессионного анализа.

Взаимосвязь между указанными показателями развития районов показана в корреляционной матрице (таблица 3). Как видим, взаимосвязь между факторами достаточно существенная. При этом обращает на себя внимание тот факт, что обеспеченность жильём имеет обратную связь на показатель прироста населения. Это можно объяснить тем, что сегодня жилищная проблема на селе имеет меньшую актуальность, чем другие условия. Отчасти это связано и с действием федеральных и региональных целевых программ по содействию жилищному строительству в аграрной сфере.

Ожидаемо высокая связь прироста населения с уровнем заработной платы, с дорогами и газификацией обуславливает те актуальные направления развития территории, которые позволяют развивать не только производство, но и качество трудового потенциала.

Таблица 3 – Корреляционная матрица

	X1	X2	X3	X4	X5	Y
X1	1,000					
X2	0,601	1,000				
X3	0,094	0,339	1,000			
X4	0,533	0,600	0,326	1,000		
X5	0,417	-0,085	-0,349	0,004	1,000	
Y	0,352	0,223	-0,149	0,450	0,492	1,000

Чтобы понять, насколько полно отражают выбранные факторы социально-экономические различия районов мы выполнили регрессионный анализ и получили следующую модель.

$$Y = -169 - 0,394X1 + 94,856X2 - 3,868X3 + 335,131X4 + 6,841X5 \quad (1)$$

Расчетные параметры показывают, что модель получилась достаточно качественная как по коэффициенту множественной корреляции, так и по критерию Фишера. Уровень достоверности модели составляет 92 %, а доля объясняемых моделью вариаций результирующего признака почти 70 %.

При рассмотрении модели следует иметь в виду, что эти факторы по степени своего влияния меняются во времени, появляются новые факторы, оказывающие влияние на развитие территории. Так, например, если в начале XXI века существенное значение имело наличие клубных учреждений, мест отдыха и досуга, то

сегодня они практически не оказывают никакого влияния на привлекательность региона.

Поэтому нужен постоянный мониторинг социально-экономической ситуации, анализ удовлетворённости жителей условиями жизни и труда [9]. Сегодня, в век информационных технологий, решить эту задачу несложно. Для этого можно использовать уже созданные и действующие интернет-службы.

Наличие множества факторов и показателей не позволяет однозначно определить степень развитости территории, её перспективность, поэтому на основе представленного анализа мы предлагаем ввести комплексный кри-

терий социально-экономического развития районов, учитывающий все факторы, формирующие прирост населения территории. Мы обозначаем его  $I_{сэр}$  и определяем как сумму взвешенных значений исходных показателей.

$$I_{сэр} = \sum V_i K_i \quad (2)$$

где  $V_i$  – весовые коэффициенты факторов, полученные из парных коэффициентов корреляции;  $K_i$  – коэффициент  $i$ -го фактора, как отношение  $X_i$  к среднему значению этого же фактора по группе районов.

В результате расчётов получены следующие результаты (таблица 4).

Таблица 4 – Индекс социально-экономического развития сельских районов Удмуртии

Район	$I_{сэр}$	Район	$I_{сэр}$
Алнашский	0,885	Киясовский	0,712
Балезинский	0,154	Красногорский	-0,397
Вавожский	0,300	Малопургинский	0,927
Воткинский	0,755	Можгинский	0,381
Глазовский	0,297	Сарапульский	1,124
Граховский	0,543	Селгинский	-0,370
Дебёсский	0,176	Сюмсинский	-0,208
Завьяловский	0,902	Увинский	0,423
Игринский	0,004	Шарканский	0,466
Камбарский	0,699	Юкаменский	0,020
Каракулинский	0,524	Якшур-Бодьинский	-0,178
Кезский	-0,057	Ярский	-0,150
Кизнерский	-0,170		

По результатам расчётов построен график (рис. 2), который показывает, что сегодня наиболее привлекательными являются Сарапульский, Малопургинский и Завьяловский районы.

Попадание Сарапульского района на первое место объясняет перспективность этого района и может служить основанием для инвестирования в сельское хозяйство этого района.

Не стоит оставлять без внимания и районы, попавшие в отрицательную зону, так как в эти районы государство и бизнес мало вкладывали в последние годы. Поэтому сохранение и развитие территорий и населения этих районов должно быть в приоритете у правительства Удмуртии.

Мы полагаем, что на территории не должно быть мест, оставленных без внимания. Где-то надо развивать одни направления, а где-то другие с учетом особенностей территории. По аналогии с разделением функций по центрам ответственности в бухгалтерском учете [4], необходимо разделить районы по перспективным

направлениям развития и создать по этим направлениям благоприятные условия.

Для решения этой задачи можно использовать экономико-математические модели оптимизации размещения производства, в которых рассматривается совокупность всех условий, включая природно-климатические, социально-экономические, наличие материально-технических ресурсов и даже национальные особенности народов, проживающих в конкретном регионе. При этом в качестве целевой функции модели должны выступать не только финансовые результаты, но и удовлетворённость человека условиями жизни и результатами своего труда.

Здесь речь может идти о многоцелевой задаче с неограниченным значением критерия оптимума. Но для каждой цели в этом случае надо определить весомость в зависимости от того, какую задачу мы ставим в конкретных условиях в отдельных районах.

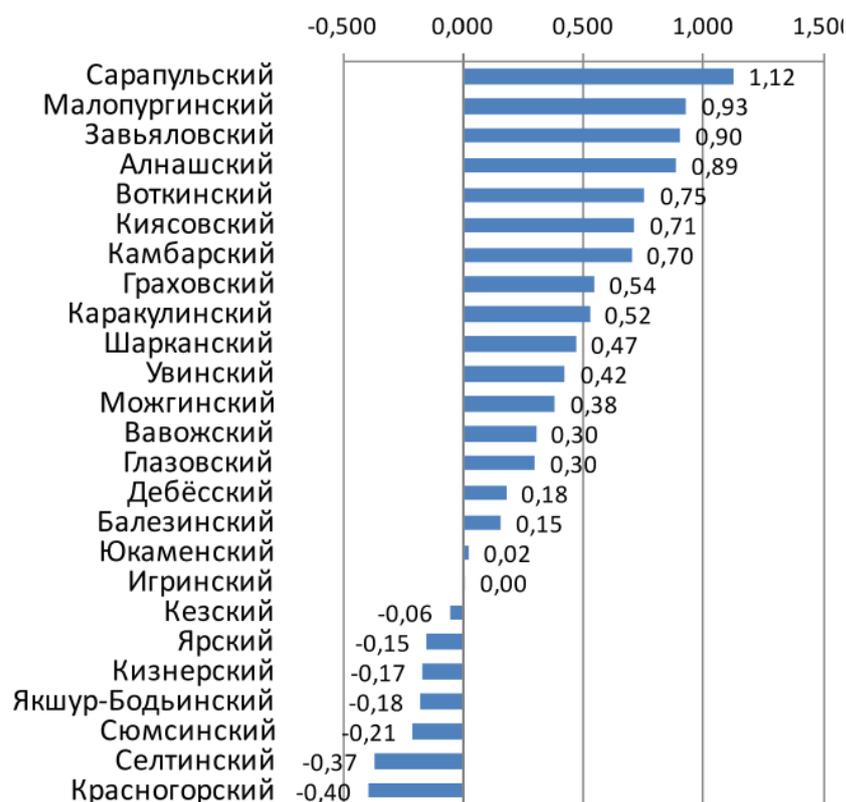


Рисунок 2 – Индекс социально-экономического развития сельских районов Удмуртской Республики

Вопросы социально-экономического развития сельских территорий имеют чрезвычайно важное значение не только с точки зрения развития производства, но и сохранения человеческого потенциала, культуры и традиций коренных народов, проживающих преимущественно в сельской местности. Проведённый нами анализ показывает, что и кадровое обеспечение инновационного развития села напрямую зависит от этих условий [6]. Так, доля обеспеченности районов кадрами специалистов на 60 % зависит от уровня развития территории. Поэтому в каждом сельском районе должны быть разработаны долгосрочные программы социально-экономического развития, согласованные со стратегией развития Удмуртской Республики в целом.

### Список литературы

1. Абрамова, О.В. Эффективность использования трудовых ресурсов в сельском хозяйстве: монография / О.В. Абрамова, П.Б. Акмаров, И.А. Мухина. – Ижевск: Издательство «Удмуртия», 2013. – 245 с.
2. Акмаров, П.Б. Социально-экономическое развитие Удмуртии после революции 1917 года / П.Б. Акмаров, О.П. Князева // Наука Удмуртии. – 2018. – № 1 (83) – С. 3–7.
3. Акмаров, П.Б. Организационно-экономические факторы эффективного использования земельных ресурсов / П.Б. Акмаров, О.П. Князева, Н.А. Суетина // Вестник Дагестанского ГТУ. – 2015. – № 2 (37). – С. 112–118.

4. Алборов, Р.А. Методология нормирования и организация учета и контроля деятельности центров ответственности в сельском хозяйстве / Р.А. Алборов, Е.Л. Мосунова, О.П. Князева, А.Д. Насырова // Вестник ИжГСХА. – 2004. – № 2. – С. 37–41.

5. Долгушкин, Н.К. Формирование кадрового потенциала сельского хозяйства (Вопросы теории и практики) / Н.К. Долгушкин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 304 с.

6. Медведев, А.В. Проблемы формирования кадрового потенциала устойчивого развития сельских территорий / А.В. Медведев, Б.И. Шайтан // Вестник кадровой политики, аграрного образования и инноваций. – 2009. – № 6. – С. 8–13.

7. Социально-экономическое положение городских округов и муниципальных районов Удмуртской Республики за 2012–2016 гг. (статистический сборник). – Ижевск: Удмуртстат, 2017. – 193 с.

8. Shvedova, M.F. Social characteristics of labor motivation in the conditions of transformation of the Russian company / M.F. Shvedova // International journal of applied and fundamental research. – 2009. – № 1. – С. 28–30.

9. Monitoring of social and labor sphere as an instrument of regulation of social-labor relations [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://booksforstudy.com/11510513/ekonomika/>.

### Spisok literatury

1. Abramova, O.V. Effektivnost' ispol'zovaniya trudovykh resursov v sel'skom hozyajstve: monografiya / O.V. Abramova, P.B. Akmarov, I.A. Muhina. – Izhevsk: Izdatel'stvo «Udmurtiya», 2013. – 245 s.

2. Akmarov, P.B. Social'no-ehkonomicheskoe razvitie Udmurtii posle revolyucii 1917 goda / P.B. Akmarov, O.P. Knyazeva // Nauka Udmurtii. – 2018. – № 1 (83) – S. 3–7.
3. Akmarov, P.B. Organizacionno-ehkonomicheskie faktory ehffektivnogo ispol'zovaniya zemel'nyh resursov / P.B. Akmarov, O.P. Knyazeva, N.A. Suetina // Vestnik Dagestanskogo GTU. – 2015. – № 2 (37). – S. 112–118.
4. Alborov, R.A. Metodologiya normirovaniya i organizatsiya ucheta i kontrolya deyatel'nosti centrov otvetstvennosti v sel'skom hozyajstve / R.A. Alborov, E.L. Mosunova, O.P. Knyazeva, A.D. Nasyrova // Vestnik IzHGSKHA. – 2004. – № 2. – S. 37–41.
5. Dolgushkin, N.K. Formirovanie kadrovogo potentsiala sel'skogo hozyajstva (Voprosy teorii i praktiki) / N.K. Dolgushkin. – M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2001. – 304 s.
6. Medvedev, A.V. Problemy formirovaniya kadrovogo potentsiala ustojchivogo razvitiya sel'skih territorij / A.V. Medvedev, B.I. SHajtan // Vestnik kadrovoj politiki, agrarnogo obrazovaniya i innovacij. – 2009. – № 6. – S. 8–13.
7. Social'no-ehkonomicheskoe polozhenie gorodskih okrugov i municipal'nyh rajonov Udmurtskoj Respubliki za 2012–2016 gg. (statisticheskij sbornik). – Izhevsk: Udmurtstat, 2017. – 193 s.
8. Shvedova, M.F. Social characteristics of labor motivation in the conditions of transformation of the Russian company / M.F. Shvedova // International journal of applied and fundamental research. – 2009. – № 1. – S. 28–30.
9. Monitoring of social and labor sphere as an instrument of regulation of social-labor relations [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://booksforstudy.com/11510513/ekonomika>.

### Сведения об авторах:

**Абрамова Ольга Викторовна** – кандидат экономических наук, министр сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики. Минсельхозпрод Удмуртии (426011, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Вадима Сивкова, 130, e-mail: [izgsha\\_ur@mail.ru](mailto:izgsha_ur@mail.ru)).

**Акмаров Петр Борисович** – кандидат экономических наук, профессор, проректор по учебной работе ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: [izgsha\\_ur@mail.ru](mailto:izgsha_ur@mail.ru)).

**Горбушина Наталья Владимировна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической кибернетики и информационных технологий ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Сведлова, 30, e-mail: [izgsha\\_ur@mail.ru](mailto:izgsha_ur@mail.ru)).

**Князева Ольга Петровна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, финансов и аудита ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Сведлова, 30, e-mail: [izgsha\\_ur@mail.ru](mailto:izgsha_ur@mail.ru)).

O.V. Abramova<sup>1</sup>, P.B. Akmarov<sup>2</sup>, N.V. Gorbushina<sup>2</sup>, O.P. Knyazeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ministry of Agriculture of the Udmurt republic

<sup>2</sup>Izhevsk State Agricultural Academy

### FACTORS OF LABOUR POTENTIAL FORMATION FOR RURAL AREAS OF UDMURTIYA

*In the article, aspects of social and economic development of rural territories are under consideration by an example of the Udmurt Republic. The depth of differentiation of level of social development for rural areas is shown. Based on the correlative analysis and sociological researches live factors are chosen to prove an increment of population at a particular territory. The interrelations of socio-economic factors with population of the territory, with migration and a natural increment are determined. Dependence of the reasons for differentiation of indicators of development of areas from objective and subjective factors is suggested. Models of formation of a social and economic infrastructure of development of labour potential are constructed. The indicator of social and economic development of a region is worked out. Values of this indicator for rural areas of Udmurtia are calculated. Comments on results of calculations and recommendations are given about application of the technology developed by the authorities and business structures.*

**Keywords:** social conditions, increment of population, migration; gasification; living conditions; the correlative analysis; regress model; level of development.

### Authors:

**Abramova Olga Victorovna** – Candidate of Economic Sciences, Minister of Agriculture of the Udmurt Republic, Ministry of Agriculture of the Udmurt Republic (130, Sivkov St., Izhevsk, Russian Federation, 426011, e-mail: [izgsha\\_ur@mail.ru](mailto:izgsha_ur@mail.ru))

**Akmarov Pyotr Borisovich** – Candidate of Economic Sciences, Professor, Vice-Rector, Izhevsk State Agriculture Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, , Russian Federation, 426069, e-mail: [izgsha\\_ur@mail.ru](mailto:izgsha_ur@mail.ru))

**Gorbushina Natalia Vladimirovna** – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economic Cybernetics and Information Technologies, Izhevsk State Agriculture Academy (30, Sverdlov St., Izhevsk, , Russian Federation, 426069, e-mail: [izgsha\\_ur@mail.ru](mailto:izgsha_ur@mail.ru)).

**Knyazeva Olga Petrovna** – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Agriculture Academy (30, Sverdlov St., Izhevsk, , Russian Federation, 426069, e-mail: [izgsha\\_ur@mail.ru](mailto:izgsha_ur@mail.ru)).

УДК 556.161:631.6.02

Л.Р. Загитова, Р.Ф. Мустафин, В.А. Тестова, Р.Р. Зубаиров

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

## АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В БАШКИРСКОМ ПРЕДУРАЛЬЕ

*Рассмотрена связь между эрозионными процессами и особенностями атмосферной циркуляции. В исследуемом регионе распространена водная эрозия, вызванная деятельностью поверхностных водотоков, которая является, в свою очередь, следствием общей увлажнённости территории. Сток представляет перемещение воды в природе в форме стекания по земной поверхности и в толще почвогрунта. На его формирование влияют различные физико-географические факторы, среди которых важнейшим является климат. Он приводит также к развитию ветровой эрозии, распространённой на юге исследуемой территории. Преимущественное воздействие на сток, а, следовательно, и на развитие эрозии, оказывают макроциркуляционные процессы, развивающиеся над территорией. Они подвержены изменениям в пространстве и времени и характеризуются колебаниями в течение длительного периода. Общая циркуляция атмосферы характеризуется делением всех синоптических процессов на элементарные (ЭСП) и обобщением их в трёх формах циркуляции: западной (W), восточной (E) и меридиональной (C). Процессы западной формы (W) характеризуются развитием зональных составляющих циркуляции и быстрым смещением барических образований с запада на восток. При формах циркуляции E и C образуются стационарные волны большой амплитуды в меридиональном и восточном направлениях. Смена форм атмосферной циркуляции влечёт изменения водности рек и общей увлажнённости территории, происходящие в течение многолетних периодов, не выходящих за пределы современной климатической эпохи. Прогноз макроциркуляционной деятельности атмосферы даёт возможность разработки эффективных противоэрозионных мероприятий на исследуемой территории.*

**Ключевые слова:** эрозионные процессы, формы атмосферной циркуляции, климатические условия, гидрометеорологический режим, циклоны и антициклоны, многолетние колебания увлажнённости.

**Актуальность.** Территория Башкирского Предуралья характеризуется неоднородным холмисто-увалистым рельефом, что обуславливает развитие как водной, так и ветровой эрозии. Площади, подверженные водной эрозии, составляют около 3 млн. га, ветровой эрозии – 0,5 млн. га. В процессе эрозии сокращается как площадь продуктивных земель, так и запасы питательных веществ в почве. Ухудшаются агрофизические, агрохимические и микробиологические свойства почвы, гидрогеологический режим и водный баланс территории. В результате снижения водопоглотительных и водоудерживающих свойств почвы 60–70 % осадков стекает в гидрографическую сеть и не принимает участия в формировании биомассы. А каковы потери сельхозугодий от растущих оврагов! Вышесказанное требует изучения причин эрозионных процессов и выявления определяющих их факторов для разработки эффективных мер по прекращению нарушения земель.

**Цель исследования:** определение зависимости эрозионных процессов от форм атмосферной циркуляции.

**Объект и методы исследования.** Объектом исследования является территория Башкирского Предуралья, характеризующаяся интенсивным использованием земель для ве-

дения сельского хозяйства. В процессе исследования применялись методы анализа и синтеза, опирающиеся на математическую статистику и специальные расчёты.

**Задачи исследования:** изучить особенности эрозионных процессов; выявить связи между ними и климатическими характеристиками; определить формы атмосферной циркуляции, приводящие к усилению эрозии.

**Результаты исследования.** В условиях Башкирского Предуралья **водная эрозия** в основном вызывается весенними талыми водами. Поэтому её интенсивность тесно связана с количеством зимних осадков. Сумма зимних осадков, как и общая годовая сумма, возрастает от степных и лесостепных к **лесным районам**. Так, к началу снеготаяния мощность снежного покрова доходит в среднем: в степных районах до 30 см, в лесостепных – до 40–45 см, а в лесных – до 60 см [3]. **Водная эрозия** вызывается также ливневыми осадками тёплого периода. В данном случае масса воды, не успевая проникнуть в почву, стекает по её поверхности в соответствии с уклоном рельефа. Двигается она не сплошным потоком, а в виде отдельных струек, так как земная поверхность никогда не бывает идеально ровной, а имеет микро-повышения и понижения, представленные различными бороздками, гребнями и т.д. Эти неров-

ности собирают **стекающие воды** в ручейковую сеть, которая, увлекая с собой почву, образует промоины различных размеров. Если не применять приёмы задержания талых вод, от 60 до 70 % весенних вод стекает по поверхности почвы, вызывая её разрушение. На рассматриваемой территории ежегодный смыв почвы колеблется в пределах 10–15 тонн с гектара в районах, где эрозионные процессы развиты в слабой степени. Этот показатель достигает 40–50 тонн с гектара в районах со средней степенью проявления эрозии и более 50 т с гектара – в районах с сильным и очень сильным проявлением эрозии [8]. **Интенсивность эрозии** связана с климатическими условиями осенне-зимнего и весеннего периодов. Низкие температуры осенью и зимой, особенно в малоснежные зимы, приводят к глубокому промерзанию почвы, медленному её оттаиванию весной и увеличению стока весеннего половодья.

Особенности проявления эрозионных процессов зависят от климата, рельефа местности, почвы, растительности и хозяйственной деятельности человека. Климат является одной из важнейших физико-географических характеристик среды жизни, он оказывает решающее влияние на хозяйственную деятельность людей, в том числе на специализацию сельского хозяйства. Среди климатических факторов, способствующих развитию эрозионных процессов, основными являются: температура воздуха, количество и интенсивность осадков, а также скорость и направление ветров. В различных природных зонах Башкирского Предуралья в зависимости от климатических условий в сочетании водной и ветровой эрозии наблюдается преобладание того или иного вида. Это необходимо учитывать при организации системы противоэрозионных мероприятий на рассматриваемой территории [11].

Одной из важнейших характеристик климатических условий является температурный режим, который характеризуется повышением среднемесячных и среднегодовых температур во всех природных зонах региона в течение XX–XI вв. Потепление в Башкирском Предуралье происходит в соответствии с общими тенденциями изменения температуры в воздушной оболочке земного шара. По результатам исследований межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГИ-ЭК), повышение средней температуры на планете в течение двадцатого столетия составило  $0,6 \pm 0,2$  °C [13].

Наиболее существенное влияние на развитие эрозионных процессов температурный ре-

жим и глубина промерзания оказывают в период весеннего снеготаяния. Многими исследователями показано, что интенсивность водной эрозии в период снеготаяния определяется, прежде всего, глубиной промерзания почвы. Согласно [8], если промерзание пахотных почв на территории Башкирского Предуралья не превышает 30–38 см, то поверхностный сток отсутствует и мало зависит от снегозапасов, уровня увлажнения почвы и её защищённости растительностью. При большей глубине промерзания весенний сток определяется, в первую очередь, метеоусловиями, объёмом снега, водопроницаемостью почвы и её защищённостью растительностью. Интенсивное снеготаяние в регионе происходит в первой и второй декадах апреля. В последнее десятилетие по всем метеостанциям наблюдалось повышение температуры воздуха в апреле на 1,5–1,8 °C по сравнению со среднемноголетними данными. Указанный фактор приводит к усилению снеготаяния и водной эрозии. Большую роль при этом играют и запасы снега. В последние 5 лет средняя высота снежного покрова увеличилась на 5 см по сравнению с предыдущим пятилетием и составила 33 см по метеостанции Уфа, что обусловлено возрастанием осадков февраля – марта. Это привело к уменьшению глубины промерзания почв и увеличению потерь талого стока. Таким образом, с одной стороны, уменьшение глубины промерзания почвы способствует снижению водной эрозии, а с другой – её усилению вследствие увеличения запасов снега и интенсивного снеготаяния. Зависимость ветровой эрозии почв от климата прослеживается очень чётко и связана с количеством осадков (с увлажнением почв) и температурой, которые в совокупности определяют степень засушливости климата. С ростом засушливости климата и уменьшением увлажнённости территории дефляция почв возрастает. Скорость ветра – один из сильнейших факторов дефляции почв. Для начала ветровой эрозии почвы необходимо, чтобы скорость ветра превысила критическую величину – порог скорости. Многими исследователями показано, что во второй половине XX века ветровой режим на территории России существенно изменился в основном за счёт уменьшения скорости ветра. Вместе с тем, возросли среднемесячные максимальные скорости ветра в весенне-летний период, что при уменьшении осадков может привести к иссушению почвы и усилению дефляции на участках, не защищённых растительностью.

Огромный ущерб сельскому хозяйству наносят овраги, развитие которых вызвано как прямым воздействием климата (осадки, их интенсивность, продолжительность, время выпадения), так и косвенным (температура, влажность воздуха, ветер и др.). Наиболее велико влияние ливневых дождей с интенсивностью выпадения осадков более 0,5–1,0 мм/мин. Полевые наблюдения показывают, что во время ливней большая часть осадков не успевают фильтроваться почвами и грунтами [10]. При этом формируется сток повышенной интенсивности, который и вызывает линейную эрозию. Развитие овражной эрозии зависит также от температуры и влажности воздуха: влажные почвы и грунты меньше подвержены размыву.

Характер атмосферной циркуляции является одним из главных факторов, определяющих гидрометеорологический режим территории. В связи с этим возникает необходимость более подробного исследования связи между атмосферной циркуляцией и количественными характеристиками водного режима рек на исследуемой территории, а следовательно, и эрозионными процессами, развивающимися на фоне общей увлажнённости.

Огромный вклад в изучение особенностей циркуляции атмосферы северного полушария нашей планеты внёс Г.Я. Вангенгейм, впервые использовавший понятие «элементарный синоптический процесс» [2]. Физические процессы, происходящие в атмосфере, он объединил в 26 типов, на основе анализа которых в дальнейшем выявил три формы общей циркуляции атмосферы: западную (W), меридиональную (С) и восточную (Е), которые представляют основные направления движения тропосферного воздуха в умеренных широтах. Вангенгейм подробно изучил вышеуказанные типы циркуляции и оценил их влияние на метеорологические элементы с учётом распределения характеристик во времени и пространстве. Выявленная типизация макросиноптических процессов дала возможность определить зависимость между атмосферной циркуляцией и гидрометеорологическими явлениями. Вопрос влияния особенностей атмосферной циркуляции на водный режим в различных районах планеты отражён в работах отечественных и зарубежных ученых. На примере бассейна реки Волга сам Г.Я. Вангенгейм показал, что при активизации форм западной и меридиональной циркуляции количество осадков тёплого периода превышает норму, а при восточной форме наблюдается их значительное уменьшение. Также были выявляе-

ны различия в условиях влагосодержания атмосферы: W-циркуляция вызывает её повышение в зимний период, E-циркуляция – в летний; С-циркуляция приводит к уменьшению влагосодержания как зимой, так и летом.

Согласно [9], активизация западного типа макропроцессов на Южном Урале и прилегающей территории все сезоны года обуславливает возникновение положительных аномалий температуры, величина которых в зимний период уменьшается с запада на восток, а в летний – с востока на запад. Повышенный температурный фон в периоды усиления западной циркуляции создаётся за счёт адвекции тёплого морского полярного воздуха и активной циклонической деятельности. Увеличение повторяемости формы W в зимний период происходит при перемещении Исландского минимума на восток, Сибирского максимума на юг; в летние месяцы – при миграции Азиатского минимума на запад в условиях наклона уровня Атлантического океана в 19-летнем цикле к полюсу. С развитием меридиональной формы циркуляции на Южном Урале в большинстве случаев связано понижение температуры, чему способствуют частые северные и северо-западные вторжения. Активизация меридиональной циркуляции во все сезоны года наблюдается при перемещении Исландского минимума на запад, а в тёплое полугодие – при ослаблении Азорского антициклона и перемещении Азиатской депрессии к северу и востоку. В этот период уровенная поверхность Атлантики в 6-летнем нутационном цикле наклонена в сторону экватора. При усилении восточного типа циркуляции в холодное полугодие в условиях большой повторяемости антициклонов и арктических вторжений формируются отрицательные отклонения температуры от нормы. Преобладающее развитие восточная циркуляция получает при перемещении Сибирского максимума к северу, а Азорского – к востоку. Активизация формы E в тёплое полугодие сопровождается возникновением положительных аномалий, обусловленных приходом прогретого континентального тропического воздуха. Макросиноптические условия для развития восточной циркуляции в летние месяцы создаются при усилении Азорского антициклона, перемещении Исландского минимума на восток, Азиатской депрессии – на юг и восток. Увеличение повторяемости формы E сопряжено с движением 19-летней волны лунного прилива к экватору, а нутационной волны – к полюсу. Т.П. Девяткова [4], исследуя водность сезонного стока рек Предуралья в годы аномаль-

ного развития форм атмосферной циркуляции, пришла к выводу, что для формирования стока весеннего и летне-осеннего сезонов наиболее неблагоприятные условия создаются при аномальном развитии восточной циркуляции. Аномальное развитие меридиональной формы обуславливает наибольшее увеличение водности обоих сезонов в южной части Предуралья в бассейне р. Белой. Активизация западной циркуляции определяет повышенную водность сезонов в северном Предуралье. В работах М.А. Андреевой [1], на примере рек и озёр Среднего и Южного Урала показано, что изменение гидрологического режима и метеорологических элементов тесно связано с эпохальностью в развитии атмосферной циркуляции. Установлено, что наибольшее воздействие на водный режим оказывают процессы меридиональной и восточной форм циркуляции. С активизацией в летний период меридиональной циркуляции связано повышенное увлажнение и увеличение водности водоёмов, а с активизацией восточной – спад. Аномальное развитие форм E и W в весенний период вызывает быстрое таяние снега и высокое половодье. Меридиональная циркуляция приводит к замедлению схода снега, в результате чего весеннее половодье оказывается небольшим.

Зависимость ритмичности гидрометеорологического режима рек от типа атмосферной циркуляции подтверждается характером разностных интегральных или же 5-летних средних скользящих кривых на примере летне-осеннего сезона (рисунок 1). Анализ графиков показывает, что формирование и распределение стока является результатом взаимодействия основных форм циркуляции [5].

Летне-осенний сток рек территории подвержен значительным колебаниям, что выражается в чередовании групп многоводных и маловодных лет. Уменьшение водности отмечалось в 1936–1956, 1972–1988, 2004–2016 гг., а увеличение – в 1957–1971, 1989–2003 гг. Максимальная длина ритмов достигает 20 лет. Такое колебание водности связано с изменением частоты повторяемости циклонов и антициклонов, присущих различным формам циркуляции. Так, маловодная фаза с 1936 по 1940 гг. была обусловлена активизацией антициклонов во время преобладания формы E. Последующий период характеризуется спадом водности, показатели которой ниже средней многолетней величины, включая 1956 г. Причина данного явления – особенности циклогенеза в циркуляционные эпохи C и E. Неодинаковая ин-

тенсивность атмосферных процессов привела к уменьшению увлажнённости территории. Кроме того, для рассматриваемого периода характерна активизация антициклонических проявлений атмосферы, свойственных форме E, направленных на снижение водности рек.

Следующий период характеризуется преобладанием многоводной фазы. Амплитуда колебаний водности была минимальной. Увеличение летне-осенних расходов воды обусловили благоприятные синоптические условия, обеспечивающие достаточное увлажнение. В целом данный период отличается резкими изменениями значений сезонного стока, что обусловлено обострением атмосферных фронтов и активизацией циклогенеза меридионального направления. Преобладание циркуляционных процессов при форме C охватывало период с 1957 по 1971 гг. и соответствовала многоводному циклу.

С 1972 г. отмечалась активизация восточной формы циркуляции (E).

Смена циркуляции (смена формы C формой E) обусловила резкое снижение водности рек и склонового (ручейкового) стока. При активизации данной формы циркуляции на исследуемой территории наблюдалось недостаточное увлажнение, что было обусловлено широтным расположением барических полей над территорией Южного Урала и преобладанием антициклонических процессов. По своим синоптическим особенностям этот тип циркуляции отличается установлением сухой погоды. Примером может служить 1975 г., в течение которого наблюдалось резкое уменьшение стока. В целом, эпоха восточной формы циркуляции определила низкую водность рек в 70–90-е годы. В данный период число дней повторяемости атмосферных явлений формы E превышает число дней с формами W и C. Синоптические процессы выражены максимальным развитием антициклонической погоды. С 1992 г., несмотря на преобладание сухой погоды формы E, отмечается стадия циклогенеза, свойственная циркуляции W, которая обеспечивает повышение увлажнения. Летне-осенний сток рек региона в этот период находится в пределах средних величин и немного их превышает. Из вышесказанного следует, что для летне-осеннего сезона на территории Башкирского Предуралья характерно наличие прямой зависимости от повторяемости формы C и обратной – от повторяемости формы E. Коэффициент корреляции связи стока с повторяемостью формы C составляет 0,64, а с формой E –0,71.

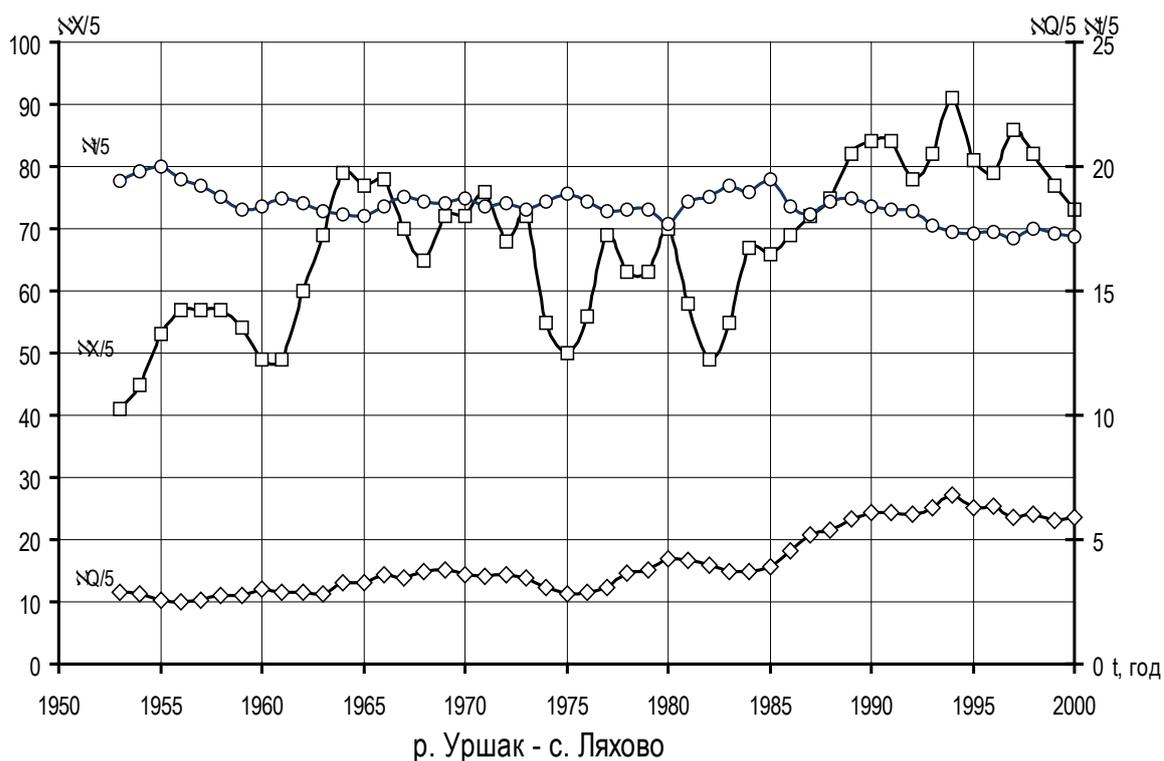
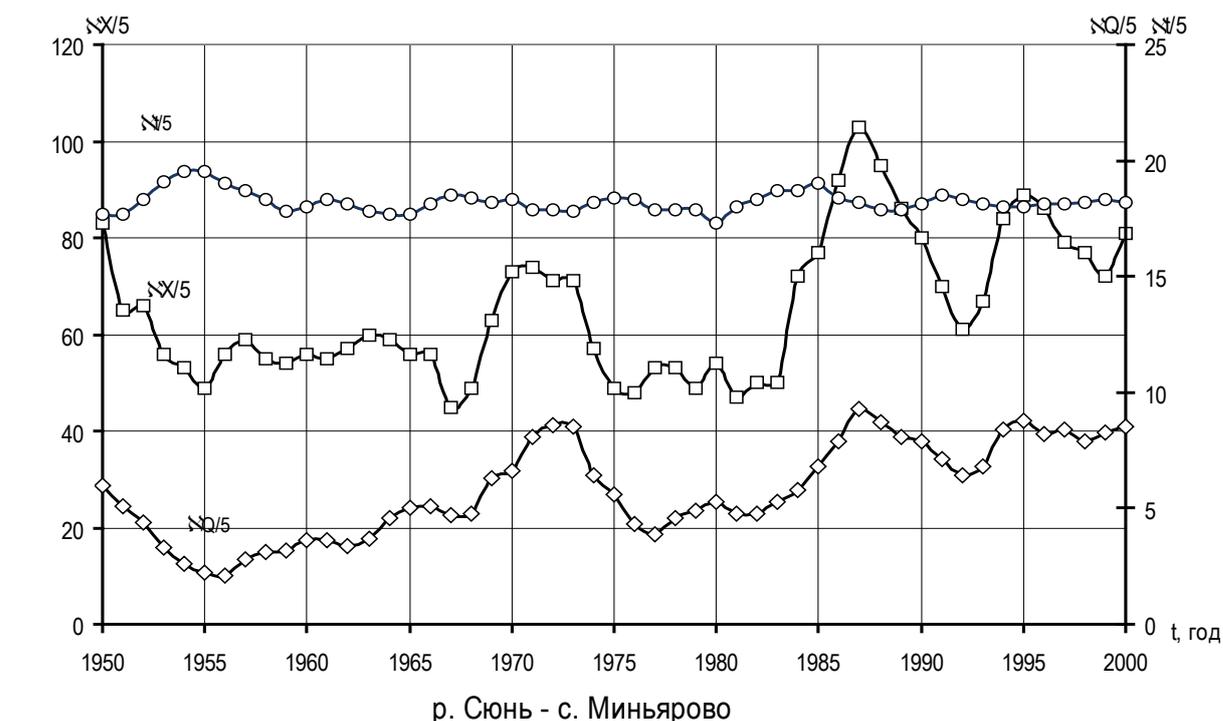


Рисунок 1 – Пятилетние средние скользящие кривые расхода воды ( $\Sigma Q/5$ ), осадков ( $\Sigma X/5$ ) и температуры воздуха ( $\Sigma t/5$ ) за летний период в бассейнах рек Башкирского Предуралья

Характер атмосферной циркуляции – также важный фактор формирования стока весеннего половодья. Для западной формы W зависимость отличается неоднозначностью, в силу чего чётко выраженной связи не обнаружено. Объём стока весеннего половодья находится в обратной зависимости от активизации формы E. Это связано с уменьшением циклониче-

ской деятельности в отличие от форм циркуляции C и W.

Водность рек весеннего периода находится в прямой зависимости от повторяемости меридиональной формы C-циркуляции (коэффициент корреляции составляет 0,73), но по мере продвижения на юго-восток связь ослабевает (коэффициент корреляции составляет 0,41).

Водность рек весеннего периода находится в обратной зависимости в период активизации восточной формы Е (коэффициент корреляции составляет  $-0,73$ ).

Из вышесказанного следует, что в формировании стока весеннего и летне-осеннего сезонов на территории Башкирского Предуралья определяющую роль играют процессы меридиональной формы атмосферной циркуляции, воздействие которой на сток осуществляется через увлажнение территории посредством осадков.

Таким образом, формирование стока рассматриваемой территории находится в прямой зависимости от характера её увлажнения [6, 7]. Оно определяется синоптическими условиями, т.е. барико-циркуляционными процессами, обусловленными господством меридиональной, западной и восточной форм атмосферной циркуляции. Причины многолетних

сезонных колебаний стока зависят от частоты повторяемости циклонов и антициклонов как основных барических образований [12]. Интенсивное развитие циклонической деятельности наблюдается при повторяемости меридиональной циркуляции (С). Антициклоническая деятельность связана с активизацией восточной формы (Е). В летний период при активизации формы С происходит увеличение стока рек, а с активизацией формы Е наблюдается его уменьшение. При аномальном развитии восточной формы в весенний период происходит быстрое таяние снега, приводящее к формированию высокого половодья. Меридиональная циркуляция приводит к замедлению схода снега, в результате чего весеннее половодье характеризуется небольшими значениями.

Как видно из таблицы 1, в многолетних сезонных колебаниях стока преобладают ритмы различной водности.

Таблица 1 – Внутригодовые фазы водности рек Башкирского Предуралья

Сезон	Многоводная фаза	Маловодная фаза
Весенний период	1958–1970 1989–2002	1936–1957 1971–1988 2003–2016
Летне-осенний период	1957–1971 1989–2003	1936–1956 1972–1988 2004–2016
Зимний период	1959–1970 1988–2004	1936–1958 1972–1987 2005–2016

В весенний период для всех рек исследуемой территории характерна длительность ритмов от 12–13 до 17–21 года. В летне-осенний период продолжительность ритмов включает 12–14, 16–20 лет. В зимнюю межень самыми распространёнными и устойчивыми вариациями являются ритмы 11–16 лет и 22 года. Длительность ритмов в основном увеличивается в южном направлении и с запада на восток. При определении степени синхронности в многолетних колебаниях сезонного стока рек наибольшая теснота связи характерна для рек, расположенных в однотипных природных условиях и в пределах бассейна одной реки. По мнению большинства исследователей, 11–14-летние циклы обусловлены космическими телами (Солнце, звёзды, Луна), 17–18-летние являются результатом влияния приливообразующей силы Луны, 20–23-летние связаны с изменением активности излучения Солнца.

Практическое значение анализа циклов водности заключается не только в оценке существующих колебаний, но и в возможности предвидения будущих, что позволяет прогнозировать развитие эрозионных процессов на рассматриваемой территории.

**Выводы.** Таким образом, на основе анализа особенностей эрозионных процессов в Башкирском Предуралье вкупе с динамикой гидрометеорологического режима, связанного с формами циркуляции атмосферы в северном полушарии Земли, было выявлено следующее:

1. Усиление водной эрозии в летние месяцы происходит в годы активизации меридиональной формы атмосферной циркуляции за счет возрастания количества осадков тёплого периода; весной – при аномальном развитии восточной и западной форм, вызывающих быстрое таяние снега и высокое половодье.

2. Усиление ветровой эрозии обусловлено господством восточной формы атмосферной цир-

куляции, характеризующейся высокими температурами и низкой влажностью.

3. Смена форм атмосферной циркуляции – предсказуемый параметр, что позволяет разработать противоэрозионные мероприятия, направленные на снижение плоскостного смыва и прекращение роста оврагов с учётом прогноза гидрометеорологических характеристик.

### Список литературы

1. Андреева, М.А. Синоптические условия увлажнения на территории Урала при основных формах циркуляции / М.А. Андреева // Вопросы географии Южного Урала. – Челябинск, 1975. – Вып. 8. – С. 3–13.

2. Бубин, М.Н. Многолетние колебания сезонного стока рек Челябинской области: дис ... канд. геогр. наук / Бубин Михаил Николаевич. – Челябинск, 2007. – 218 с.

3. Давлетшина, М.Р. Закономерности формирования стока талых вод и смыва почвы в Южном Предуралье / М.Р. Давлетшина, М.А. Комиссаров, А.В. Комиссаров // Матер. IV Всерос. науч. конфер. – Томск: ТГУ, 2010. – С. 56–58.

4. Девяткова, Т.П. Особенности распределения сезонного стока рек Предуралья в годы аномально-го развития атмосферной циркуляции / Т.П. Девяткова // Уч. зап. Пермского университета. – 1969. – Вып. 4. – № 213. – С. 13–18.

5. Загитова, Л.Р. Оценка антропогенных изменений стока в бассейне р. Белой: дис. ... канд. геогр. наук / Загитова Лариса Рашитовна. – Пермь, 2004. – 119 с.

6. Загитова, Л.Р. Климатические условия формирования стока в бассейне реки Белой / Л.Р. Загитова, Р.Ф. Мустафин // Межвед. сб. тез., посвящ. Всемир. дню водных ресурсов. – Уфа: ОВР по РБ, 2010. – С. 91–95.

7. Загитова, Л.Р. Особенности влияния метеорологических факторов на сток в бассейне реки Белой / Л.Р. Загитова // Межвед. сб. матер., посвящ. Всемир. дню водных ресурсов. – Уфа: ОВР по РБ, 2011. – С. 87–89.

8. Комиссаров, М.А. Эрозия почв при снеготаянии на пологих склонах в Южном Предуралье / М.А. Комиссаров, И.М. Габбасова // Почвоведение. – 2014. – № 6. – С. 734–743.

9. Коротина, Е.Ф. Многолетние колебания температурного режима Южного Урала: дис. ... канд. геогр. наук / Коротина Елена Федоровна. – Челябинск, 2002. – 183с.

10. Мустафин, Р.Ф. Научные исследования устойчивости склонов / Р.Ф. Мустафин, А.А. Арсланов // Сб. научно-техн. статей. – Минск: БНТУ, 2011. – С. 293–299.

11. Тестова, В.А. Землеустройство в условиях проявления эрозии почв / В.А. Тестова // Сб. стат. Междунар. научно-практич. конфер. – Уфа: БашГАУ, 2016. – С. 219–222.

12. Шкляев, А.С. Многолетние колебания годового стока рек Среднего и Южного Урала и их

связь с атмосферной циркуляцией / А.С. Шкляев // Сб. Свердловской ГМО. – 1967. – Вып. 6. – С. 81–97.

13. Koflanovitss, E. Analisis of the variability of precipitation in Central Europe. – Budapest, 1977. – 71 p.

### Spisok literatury

1. Andreeva, M.A. Sinopticheskie usloviya uvlazhneniya na territorii Urala pri osnovnyh formah cirkulyacii / M.A. Andreeva // Voprosy geografii YUzhnogo Urala. – CHelyabinsk, 1975. – Vyp. 8. – S. 3–13.

2. Bubin, M.N. Mnogoletnie kolebaniya sezonnogo stoka rek CHelyabinskoy oblasti: dis ... kand. geogr. nauk / Bubin Mihail Nikolaevich. – CHelyabinsk, 2007. – 218 s.

3. Davletshina, M.R. Zakonomernosti formirovaniya stoka talyh vod i smyva pochvy v YUzhnom Predural'e / M.R. Davletshina, M.A. Komissarov, A.V. Komissarov // Mater. IV Vseros. nauch. konfer. – Tomsk: TGU, 2010. – S. 56–58.

4. Devyatкова, T.P. Osobennosti raspredeleniya sezonnogo stoka rek Predural'ya v gody anomal'nogo razvitiya atmosfernoj cirkulyacii / T.P. Devyatкова // Uch. zap. Permskogo universiteta. – 1969. – Vyp. 4. – № 213. – S. 13–18.

5. Zagitova, L.R. Ocenka antropogennyh izmeneniy stoka v bassejne r. Beloj: dis. ... kand. geogr. nauk / Zagitova Larisa Rashitovna. – Perm', 2004. – 119 s.

6. Zagitova, L.R. Klimaticheskie usloviya formirovaniya stoka v bassejne reki Beloj / L.R. Zagitova, R.F. Mustafin // Mezhved. sb. tez., posvyashch. Vsemir. dnyu vodnyh resursov. – Ufa: OVR po RB, 2010. – S. 91–95.

7. Zagitova, L.R. Osobennosti vliyaniya meteorologicheskikh faktorov na stok v bassejne reki Beloj / L.R. Zagitova // Mezhved. sb. mater., posvyashch. Vsemir. dnyu vodnyh resursov. – Ufa: OVR po RB, 2011. – S. 87–89.

8. Komissarov, M.A. EHroziiya pochv pri snegotayanii na plogih sklonah v YUzhnom Predural'e / M.A. Komissarov, I.M. Gabbasova // Pochvovedenie. – 2014. – № 6. – S. 734–743.

9. Korotina, E.F. Mnogoletnie kolebaniya temperaturnogo rezhima YUzhnogo Urala: dis. ... kand. geogr. nauk / Korotina Elena Fedorovna. – CHelyabinsk, 2002. – 183s.

10. Mustafin, R.F. Nauchnye issledovaniya ustojchivosti sklonov / R.F. Mustafin, A.A. Arslanov // Sb. nauchno-tekhn. statej. – Minsk: BNTU, 2011. – S. 293–299.

11. Testova, V.A. Zemleustrojstvo v usloviyah proyavleniya ehrozii pochv / V.A. Testova // Sb. stat. Mezhdunar. nauchno-praktich. konfer. – Ufa: BashGAU, 2016. – S. 219–222.

12. SHklyayev, A.S. Mnogoletnie kolebaniya godovogo stoka rek Srednego i YUzhnogo Urala i ih svyaz' s atmosfernoj cirkulyaciej / A.S. SHklyayev // Sb. Sverdlovskoj GМО. – 1967. – Vyp. 6. – S. 81–97.

13. Koflanovitss, E. Analisis of the variability of precipitation in Central Europe. – Budapest, 1977. – 71 p.

**Сведения об авторах:**

**Загитова Лариса Рашитовна** – кандидат географических наук, доцент кафедры природообустройства, строительства и гидравлики ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ (450001, Российская Федерация, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: l\_zagitova@mail.ru).

**Мустафин Радик Флюсович** – кандидат сельскохозяйственных наук, наук, доцент кафедры природообустройства, строительства и гидравлики ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ (450001, Российская Федерация, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: mustafin-1976@mail.ru).

**Тестова Виктория Александровна** – магистрант ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ (450001, Российская Федерация, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: viktorinka-t@mail.ru).

**Зубаиров Руслан Радикович** – старший преподаватель кафедры природообустройства, строительства и гидравлики ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ (450001, Российская Федерация, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: rruzubairov@gmail.com)

L.R. Zagitova, R.F. Mustafin, V.A. Testova, R.R. Zubairov

*Bashkir State Agrarian University*

**ATMOSPHERIC CIRCULATION AS FACTOR OF DEVELOPMENT OF EROSION PROCESSES IN BASHKIR PREDURALIYE**

*The paper studies the relationship between erosion processes and the atmospheric circulation. The region subjected to research is characterized by water erosion due to surface stream flow impact being the result of the total moisture in the area. Runoff flow is a natural water streaming over the earth's surface and in the soil. Among diverse physical and geographical factors, affecting the climate is the most important one. It also causes the wind erosion occurrence that is widespread in the South of the studied area. Macro circulation processes being developed in the area have a great impact on the runoff flow, and, consequently, on the erosion development. They undergo changes in space and time and fluctuate over a long period. The total atmospheric circulation is characterized by the process of dividing all synoptic processes into elementary ones (ESP), to be followed by their generalization in three types of circulation: western (W), eastern (E) and meridional (C). Western circulation processes are characterized by zonal circulation components and rapid movement of pressure centres from the west to the east. At E and C circulations, there are permanent waves of high amplitude in the meridional and eastern directions. Varying in the types of atmospheric circulation results in water content changes in rivers and in the total moisture of the area. The latter being a rather long process that takes place for many years though not exceeding the current climatic period. Effective anti-erosion preventive measures for the above area can be developed thus based on forecasting the atmospheric macro circulation.*

**Key words:** *erosion processes, atmospheric circulation, climatic conditions, hydrometeorological regime, cyclones and anticyclones, long-term fluctuations of moisture.*

**Authors:**

**Zagitova Larisa Rashitovna** – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Construction and Hydraulics. Bashkir State Agrarian University (34, 50-letiya Oktyabrya St., Ufa, Russian Federation, 450001, e-mail: l\_zagitova@mail.ru).

**Mustafin Radik Fliusovich** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Construction and Hydraulics. Bashkir State Agrarian University, (34, 50-letiya Oktyabrya St., Ufa, Russian Federation, 450001, e-mail: mustafin-1976@mail.ru).

**Testova Viktoriya Aleksandrovna** – Master Student, Bashkir State Agrarian University, (34, 50-letiya Oktyabrya St., Ufa, Russian Federation, 450001, e-mail: viktorinka-t@mail.ru).

**Zubairov Ruslan Radikovich** – Senior Lecturer, Department of Environmental Engineering, Construction and Hydraulics, Bashkir State Agrarian University (34, 50-letiya Oktyabrya St., Ufa, Russian Federation, 450001, rruzubairov@gmail.com)

УДК 633.31/37

Е.В. Корепанова, И.Ш. Фатыхов, В.Ф. Первушин, Р.Р. Галиев  
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО НА ГОССОРТОУЧАСТКАХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*В Государственный реестр селекционных достижений и допущенных к использованию по Удмуртской Республике с 2014 г. были включены сорта гороха посевного: Аксайский усатый 55, Красноус, Марафон, Памяти Хангильдина. Изучение продуктивности новых сортов гороха посевного в конкретных абиотических условиях позволяет выявить наиболее адаптированные и рекомендовать их для возделывания сельским производителям. Поэтому исследование урожайности новых сортов гороха посевного в конкретных абиотических условиях, как и других сельскохозяйственных культур, имеет определенный научный и практический интерес. Задачи исследований – рассчитать в посевных площадях долю каждого сорта гороха посевного, который включён в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию по Удмуртской Республике с 2014 г.; выявить наиболее продуктивные сорта в разных абиотических условиях на госсортоучастках; сравнительный анализ показателей массы 1000 штук семян в урожае и высоты растений перед уборкой четырёх сортов гороха посевного. Объект исследований: сорта гороха посевного Аксайский усатый 55, Красноус, Марафон, Памяти Хангильдина. Май 2014 г. был тёплым и засушливым, июнь характеризовался как умеренно тёплый, сумма осадков – норма, в июле и в августе – температура и осадки в пределах нормы. В 2015 г. май и июнь были тёплыми и засушливыми, июль и август прохладными и влажными. Вегетационный период 2016 г. характеризовался как жаркий и острозасушливый, 2017 г. – прохладный и влажный, июнь и июль отличались холодной погодой и избыточным увлажнением, сумма осадков 208 % и 222 % от нормы соответственно. В Удмуртской Республике горох посевной возделывался на 11936–13052 га, с 2014 г. по 2017 г. площади под сортом Аксайский усатый 55 сократились с 6842 га до 3418 га, или в 2,0 раза. Посевы сорта Красноус увеличились на 2645 га или в 6,86 раза. В производственных посевах отсутствовали сорта Марафон и Памяти Хангильдина. Несортовые посевы занимали 252 3165 га или 21,2–34,7 %. В среднем за 2014–2017 гг. на Балезинском ГСУ при урожайности 21,6 ц/га сорт Красноус на 5,3 ц/га превысил сорт Аксайский усатый 55, на 5,2 ц/га – сорт Марафон и на 5,1 ц/га – сорт Памяти Хангильдина. На Увинском ГСУ урожайность более 20 ц/га имели сорта Красноус – 20,5 ц/га, сорт Памяти Хангильдина – 21,6 ц/га, сорт Аксайский усатый 55 – 21,7 ц/га. На Сарапульском ГСУ сорт Аксайский усатый 55 с урожайностью 25,5 ц/га превышал на 2,7–4,8 ц/га продуктивность других сортов. На Можгинском ГСУ наибольшая урожайность 29,2 ц/га была у сорта Аксайский усатый 55, у сорта Марафон она была ниже на 0,6 ц/га, у сорта Памяти Хангильдина – на 0,4 ц/га. Масса 1000 семян сортов гороха посевного изменялась по годам исследований из-за абиотических условий, которые складывались в период вегетации. На всех госсортоучастках наиболее высокую массу 1000 семян сформировал сорт Памяти Хангильдина, наиболее низкую массу 1000 семян – сорт Марафон. В среднем за 2014–2017 гг. на Балезинском, Увинском и Можгинском ГСУ сорт Марафон превосходил другие сорта по высоте растений, на Сарапульском ГСУ высота растений сортов Аксайский усатый 55, Марафон и Памяти Хангильдина была на одном уровне – 81–82 см. На всех госсортоучастках растения сорта Красноус были относительно низкими, имея высоту 64–72 см.*

**Ключевые слова:** горох посевной, сорт, урожайность семян, масса 1000 семян, высота растений.

**Актуальность.** В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Волго-Вятскому региону в 2014 г., входили сорта гороха посевного: Агроинтел, Аксайский усатый 55, Альбумен, Варис, Губернатор, Дударь, Заводоуковский 1, Казанец, Красноус, Красноуфимский 93, Лучезарный, Марафон, Мультик, Орловчанин, Памяти Хангильдина, Спартак, Таловец 70, Труженик, Указ, Ульяновец, Фаленский усатый, Ямал, Ямальский. В Государственный реестр селекционных достижений и допущенных к использованию по Удмуртской Республике с 2014 г. были включены сорта гороха посевного: Аксайский усатый 55, Красноус, Марафон, Памяти Хангильдина [1].

Изучение продуктивности новых сортов гороха посевного в конкретных абиотических условиях позволяет выявить наиболее адаптированные и рекомендовать их для возделывания сельским производителям. Поэтому исследование урожайности новых сортов гороха посевного в конкретных абиотических условиях, как и других сельскохозяйственных культур, имеет определённый научный и практический интерес [2–11; 13–17]. Так, в среднем за 2013–2016 гг. на Балезинском госсортоучастке Удмуртской Республики наибольшую урожайность имели сорта Красноус – 21,4 ц/га и сорт Стабил – 21,1 ц/га. На Увинском госсортоучастке самую высокую урожайность 22,0 ц/га обе-

спечил сорт Стабил, то есть в северной и центральной почвенно-климатической зонах Удмуртской Республики сорт Стабил сформировал более высокую урожайность. В южной зоне на Сарапульском ГСУ сорт Аксайский усатый 55 с урожайностью 26,5 ц/га превосходил другие сорта. На Можгинском ГСУ преимущество по урожайности 29,9 ц/га было за сортом Марафон [13]. Исходя из этого, возникает вопрос, а какие сорта возделывают сельские товаропроизводители в Удмуртской Республике? И какую продуктивность имели сорта гороха посевного на госсортоучастках Удмуртской Республики в 2014–2017 гг., в том числе новый сорт – Памяти Хангильдина? Поэтому были проведены исследования в данном направлении.

**Цель исследований** – определить долю сортов гороха в посевных площадях Удмуртской Республики и сравнительную урожайность сортов Аксайский усатый 55, Красноус, Марафон, Памяти Хангильдина в конкурсном сортоиспытании на госсортоучастках за 2014–2017 гг.

**Задачи исследований:**

– рассчитать в посевных площадях долю каждого сорта гороха посевного, который вклю-

чён в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию по Удмуртской Республике с 2014 г.

– выявить наиболее продуктивные сорта в разных абиотических условиях на госсортоучастках;

– сравнительный анализ показателей массы 1000 штук семян в урожае и высоты растений перед уборкой сортов гороха посевного;

**Объект исследований:** сорта гороха посевного Аксайский усатый 55, Красноус, Марафон, Памяти Хангильдина.

**Условия проведения исследований.** Май 2014 г. был тёплым и засушливым, июнь характеризовался как умеренно тёплый, сумма осадков – норма, в июле и в августе – температура и осадки в пределах нормы. В 2015 г. май и июнь были тёплыми и засушливыми, июль и август прохладными и влажными. Вегетационный период 2016 г. характеризовался как жаркий и острозасушливый, 2017 г. – прохладный и влажный, июнь и июль отличались холодной погодой и избыточным увлажнением, сумма осадков 208 и 222 % от нормы соответственно.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя опытных участков приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотного слоя почв опытных участков

Почва	Гумус, %	рН <sub>KCl</sub>	Подвижный элемент, мг/кг почвы	
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Сарапульский ГСУ				
Лесная оподзоленная среднесуглинистая	2,8–3,5	5,2–6,1	120-300	110-250
Балезинский ГСУ				
Дерново-сильноподзолистая средне- и тяжелосуглинистая	2,0-3,0	4,6-6,0	26-412	50-300
Глазовский ГСУ				
Дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая	1,7-3,1	5,0-6,5	100-250	81-300
Можгинский ГСУ				
Дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая	2,1-3,1	4,6-6,0	40-400	30-300

Содержание гумуса от низкого до высокого, обменная кислотность пахотного слоя почвы – от среднекислой до слабокислой; содержание подвижного фосфора и обменного калия – от низкого до очень высокого.

**Результаты исследований.** В Удмуртской Республике возделывали в 2014 г. 12 сортов гороха посевного на 11936 га, в том числе несортовые посевы занимали 2527 га или 21,2 % (таблица 2). Сорт Аксайский усатый 55 был высеян на 6842 га или 57,3 %, то есть более поло-

вины посевов гороха было представлено данным сортом. На долю сорта Красноус приходилось 3,8 % или 451 га. В 2015 г. площади под горохом посевным возросли на 1620 га и составили 13556 га, возделывали 14 сортов, площади под несортовыми посевами увеличились на 827 га и на их долю приходилось 24,7 %. Площади под сортом Аксайский усатый 55 сократились до 6416 га или на 426 га. На долю данного сорта приходилось 47,3 % посевов гороха. Посевы сорта Красноус расширились в 2,9 раза

и составили 1308 га, при доле 9,6 %. В 2016 г. горох посевной занимал 14254 га, что на 698 га превышает аналогичный показатель 2015 г. и было высеяно 15 сортов. Сорт Аксайский усатый 55 был высеян на 4857 га, то есть площади под данным сортом сократились на 1559 га. В общей площади посевов гороха на долю сорта Аксайский усатый 55 приходилось 34,1 %,

сорта Красноус 16,1 %, несортовых посевов – 34,2 %. Посевы под сортом Красноус расширились до 2293 га или на 985 га. В 2017 г. возделывали 15 сортов гороха посевного на 13052 га, в том числе несортовые – на 3165 га, на долю которых приходилось 24,2 %. Сорт Аксайский усатый 55 занимал 3418 га или 26,2 %, сорт Красноус – 3096 га или 23,7 %.

Таблица 2 – Площади посевов сортов гороха посевного в Удмуртской Республике, га

Сорт	Год			
	2014	2015	2016	2017
Алтайский усатый 55	6842	6416	4857	3418
Красноус	451	1308	2293	3096
Красноуфимский 93	722	994	419	164
Рябчик	377	411	246	143
Ямал	263	337	100	46
Венец	93	97	48	50
Рокет	80	20	–	–
Чишминский 229	120	–	–	–
Мультик	295	199	–	–
Ангела	65	150	371	–
Дударь	61	113	267	524
Усатый карликовый	40	–	122	531
Ульяновец	–	53	130	222
Красноуфимский 11	–	52	5	63
Спартак	–	40	388	952
Варис	–	12	41	145
Вильвет	–	–	20	92
Фаленский усатый	–	–	15	173
Ямальский	–	–	–	75
Несортовые	2527	3354	4879	3165
Итого	11936	13556	14254	13052

Таким образом, с 2014 г. по 2017 г. площади под сортом Аксайский усатый 55 сократились с 6842 га до 3418 га, то есть на 3424 га или в 2,0 раза. Посевы сорта Красноус увеличились на 2645 га или в 6,86 раза. В производственных посевах отсутствовали сорта Марафон и Памяти Хангильдина.

В 2014–2017 гг. продуктивность исследуемых сортов гороха посевного на каждом госсортоучастке различалась, то есть урожайность определяли абиотические условия (таблица 3).

В 2014 г. на Балезинском ГСУ сорт Красноус имел существенно более высокую урожайность 18,4 ц/га при НСР<sub>05</sub> – 0,6 ц/га, превысив урожайность сорта Аксайский усатый 55 – на 8,6 ц/га и сорта Памяти Хангильдина – на 13,9 ц/га. В 2015 г. сорт Красноус с урожайно-

стью 26,1 ц/га превышал урожайность сорта Памяти Хангильдина на 5,3 ц/га, сорта Марафон – на 8,2 ц/га, сорта Аксайский усатый 55 – на 8,8 ц/га при НСР<sub>05</sub> – 1,5 ц/га. В 2016 г. урожайность сортов Красноус, Марафон и Памяти Хангильдина была на одном уровне и не имела существенной разницы при НСР<sub>05</sub> – 1,6 ц/га. У сорта Аксайский усатый 55 урожайность 17,0 ц/га была существенно ниже, чем данный показатель у других сортов. В 2017 г. преимущество по урожайности 22,1 ц/га имел сорт Красноус, другие сорта по данному показателю существенно уступали при НСР<sub>05</sub> – 0,7 ц/га. На Балезинском ГСУ в среднем за 2014–2017 гг. при урожайности 21,6 ц/га сорт Красноус на 5,3 ц/га превысил продуктивность сорта Аксайский усатый 55, на 5,2 ц/га – сорта Марафон и на 5,1 ц/га – сорта Памяти Хангильдина.

Таблица 3 – Урожайность сортов гороха посевного на госсортоучастках Удмуртской Республики, ц/га

Сорт	Год				Средняя
	2014	2015	2016	2017	
Балезинский ГСУ					
Аксайский усатый 55	9,8	17,3	17,0	21,2	16,3
Красноус	18,4	26,1	19,7	22,1	21,6
Марафон	12,5	17,9	20,2	15,0	16,4
Памяти Хангильдина	4,5	20,8	20,9	19,6	16,5
НСР <sub>05</sub> , ц/га	0,6	1,5	1,6	0,7	
Увинский ГСУ					
Аксайский усатый 55	27,4	16,0	15,2	28,3	21,7
Красноус	22,2	17,5	14,0	28,1	20,5
Марафон	21,4	9,8	8,6	20,6	15,1
Памяти Хангильдина	23,3	17,0	15,9	30,0	21,6
НСР <sub>05</sub> , ц/га	1,8	1,6	1,7	1,6	
Сарапульский ГСУ					
Аксайский усатый 55	38,3	15,9	25,2	22,4	25,5
Красноус	36,4	11,3	19,2	16,0	20,7
Марафон	32,3	12,8	25,3	17,4	22,0
Памяти Хангильдина	34,8	15,0	23,7	17,5	22,8
НСР <sub>05</sub> , ц/га	4,7	2,2	2,2	1,4	
Можгинский ГСУ					
Аксайский усатый 55	26,8	38,7	19,8	31,6	29,2
Красноус	27,8	28,1	15,8	37,5	27,3
Марафон	34,0	35,5	20,2	24,5	28,6
Памяти Хангильдина	30,0	34,4	19,7	31,2	28,8
НСР <sub>05</sub> , ц/га	4,4	4,8	1,2	3,5	

На Увинском ГСУ в 2014 г. из рассматриваемых сортов наиболее высокую урожайность 27,4 ц/га обеспечил Аксайский усатый 55. Урожайность 23,3 ц/га сорта Памяти Хангильдина на 4,1 ц/га ниже продуктивности Аксайский усатый 55 при НСР<sub>05</sub> – 1,8 ц/га. В 2015 г. урожайность сорта Аксайский усатый 55 – 16,0 ц/га, сорта Красноус – 17,5 ц/га, сорта Памяти Хангильдина – 17,0 ц/га не имела существенной разницы при НСР<sub>05</sub> – 1,6 ц/га. Урожайность сорта Марафон составила 9,8 ц/га. В 2016 г. сорта Памяти Хангильдина с урожайностью 15,9 ц/га существенно превысил урожайность сортов Красноус и Марафон при НСР<sub>05</sub> – 1,7 ц/га. У сортов Памяти Хангильдина и Аксайский усатый 55 урожайность 15,9 и 15,2 ц/га соответственно не имела существенной разницы. Самую низкую урожайность 8,6 ц/га сформировал сорт Марафон. В абиотических условиях 2017 г. сорта имели самую высокую урожайность 20,6 – 30,0 ц/га за анализируемые годы. У сорта Памяти Хангильдина урожайность 30,0 ц/га существенно превышает урожайность других сортов (НСР<sub>05</sub> 1,6 ц/га). Урожайность 28,3 ц/га сорта Аксайский усатый 55 и урожайность 28,1 ц/га сорта Красноус не имеет существенной разницы. Сорт

Марафон с урожайностью 20,6 ц/га на 7,5 – 9,4 ц/га уступал другим сортам. На Увинском ГСУ в среднем за 2014 – 2017 гг. урожайность более 20 ц/га имели сорта Красноус – 20,5 ц/га, сорт Памяти Хангильдина – 21,6 ц/га, сорт Аксайский усатый 55 – 21,7 ц/га.

На Сарапульском ГСУ наибольшую урожайность 32,3–38,3 ц/га сорта сформировали в 2014 г. Сорт Аксайский усатый 55 существенно на 6,0 ц/га превысил урожайность сорта Марафон при НСР<sub>05</sub> – 4,7 ц/га. Урожайность 34,8 ц/га сорта Памяти Хангильдина, 36,4 ц/га – сорта Красноус, 38,3 ц/га – Аксайский усатый 55 не имеет существенной разницы. В 2015 г. сорта Аксайский усатый 55 и Памяти Хангильдина с урожайностью 15,9 ц/га и 15,0 ц/га существенно превысил урожайность сортов Красноус и Марафон при НСР<sub>05</sub> – 2,2 ц/га. В 2016 г. сорта Аксайский усатый 55, Марафон и Памяти Хангильдина обеспечили урожайность 25,2 ц/га, 25,3 ц/га и 23,7 ц/га соответственно, которая существенно не различалась при НСР<sub>05</sub> – 2,2 ц/га. Сорт Красноус сформировал урожайность 19,2 ц/га, которая существенно ниже аналогичного показателя у других сортов. В 2017 г. сорт Аксайский усатый 55, обеспечив урожайность 22,4 ц/га, превысил на

4,9–6,4 ц/га урожайность других сортов при НСР<sub>0,5</sub> – 1,4 ц/га. В среднем за 2014–2017 гг. на Сарапульском ГСУ сорт Аксайский усатый 55 с урожайностью 25,5 ц/га превышал на 2,7–4,8 ц/га продуктивность других сортов.

На Можгинском ГСУ в 2014 г. урожайность 34,0 ц/га сорта Марафон существенно выше урожайности у сортов Аксайский усатый 55 и Красноус при НСР<sub>0,5</sub> 4,4 ц/га. Урожайность 30,0 ц/га сорта Памяти Хангильдина не имеет существенной разницы с урожайностью сорта Марафон. В 2015 г. урожайность 38,7 ц/га сорта Аксайский усатый 55, 35,5 ц/га – сорта Памяти Хангильдина существенно не различалась при НСР<sub>0,5</sub> – 4,8 ц/га. Аналогичная закономерность по урожайности сортов проявилась и в 2015 г. Сорт Красноус с урожайностью 15,8 ц/га существенно уступил на 3,9–4,4 ц/га по данному показателю другим сортам при НСР<sub>0,5</sub> – 1,2 ц/га. Сорта Аксайский усатый 55, Марафон и Па-

мяти Хангильдина сформировали урожайность на одном уровне – 19,8 ц/га, 20,2 ц/га и 19,7 ц/га соответственно. За четыре года исследований только в 2017 г. сорт Красноус при урожайности 37,5 ц/га обеспечил существенную прибавку урожайности 5,9 ц/га и 6,3 ц/га соответственно относительно продуктивности сортов Аксайский усатый 55 и Памяти Хангильдина при НСР<sub>0,5</sub> – 3,5 ц/га. Урожайность 24,5 ц/га сорта Марафон на 13,0 ц/га была ниже, чем данный показатель у сорта Красноус. В среднем за 2014–2017 гг. на Можгинском ГСУ наибольшая урожайность 29,2 ц/га была у сорта Аксайский усатый 55, у сорта Марафон она была ниже на 0,6 ц/га, у сорта Памяти Хангильдина – на 0,4 ц/га.

Одним из сортовых показателей сельскохозяйственных культур является масса 1000 семян. На Балезинском ГСУ в 2014 г., в 2015 г. и в 2017 г. сорта Красноус и Памяти Хангильдина выделились по массе 1000 семян (таблица 4).

Таблица 4 – Масса 1000 семян в урожае сортов гороха посевного на госсортоучастках Удмуртской Республики, г

Сорт	Год				
	2014	2015	2016	2017	Средняя
Балезинский ГСУ					
Аксайский усатый 55	190,2	262,2	261,3	207,9	230,4
Красноус	225,7	284,3	242,3	227,0	244,8
Марафон	172,8	248,7	244,4	189,4	213,8
Памяти Хангильдина	238,7	313,3	268,5	218,0	259,6
Увинский ГСУ					
Аксайский усатый 55	215,9	185,4	176,1	200,6	194,5
Красноус	236,2	249,9	219,6	229,2	233,7
Марафон	239,3	220,6	203,4	211,5	218,7
Памяти Хангильдина	262,4	251,0	244,8	273,6	258,0
Сарапульский ГСУ					
Аксайский усатый 55	210,1	219,0	174,0	162,8	191,5
Красноус	255,6	235,7	197,2	132,3	205,2
Марафон	234,0	225,4	183,4	147,1	197,5
Памяти Хангильдина	271,7	279,6	233,5	146,8	232,9
Можгинский ГСУ					
Аксайский усатый 55	248,4	259,0	234,9	240,1	245,6
Красноус	289,2	261,7	191,8	226,7	242,4
Марафон	247,3	245,0	201,0	207,9	225,3
Памяти Хангильдина	343,8	275,3	237,4	201,1	264,4

В абиотических условиях 2016 г. наибольшую 261,3 г и 268,3 г. соответственно массу 1000 семян сформировали сорта Аксайский усатый 55 и Памяти Хангильдина. В среднем за 2014–2017 гг. масса 1000 семян у сорта Памяти Хангильдина составила 259,6 г, у сорта Красноус – 244,8 г. У сорта Марафон в 2014 г., 2015 г. и в 2017 г. в среднем за 2014–2017 гг. масса 1000 семян была ниже, чем данный показатель у других сортов. На Увинском ГСУ

во все годы исследований сорт Памяти Хангильдина имел наиболее высокую 244,8 г – 274,6 г массу 1000 семян среди рассматриваемых сортов. Сорт Аксайский усатый 55 только в 2017 г. на Сарапульском ГСУ имея 162,8 г массу 1000 семян превысил другие сорта по данному показателю. В 2014–2016 гг. и в среднем за 2014–2017 гг. большей массой 1000 семян характеризовался сорт Памяти Хангильдина.

На Можгинском ГСУ в 2016–2017 гг. сорт Аксайский усатый 55 сформировал 234,9 г и 240,1 г соответственно массу 1000 семян, что превышает данный показатель у сортов Красноус и Марафон. Высокая 237,4 г – 343,8 г масса 1000 семян была в 2014–2016 гг. и в среднем за 2014–2017 гг. у сорта Памяти Хангильдина.

Таким образом, на всех госсортоучастках в среднем за 2014–2017 гг. наиболее высокие абсолютные значения массы 1000 семян присущи сорту Памяти Хангильдина. Масса 1000 семян изменялась по годам исследований из-за абиотических условий, которые складывались в период вегетации.

Высота растений у каждого сорта гороха посевного изменялась по годам исследований на госсортоучастках из-за разных абиотических условий. На Балезинском ГСУ сорт Марафон имел высоту растений 110 см, сорт Памяти Хангильдина – 95 см, Красноус – 86 см и Аксайский усатый 55 – 82 см (таблица 5). В абиотических условиях 2015 г. сорта сформировали более низкие растения, так у сорта Марафон

высота составила 59 см, у сорта Памяти Хангильдина – 49 см, у Аксайского усатого 55–53 см, у Красноуса – 53 см. В 2016 г. преимущество по высоте растений 76 см имели растения сорта Аксайский усатый 55, растения сортов Красноус и Памяти Хангильдина были низкорослыми – 64 и 66 см соответственно. Однако в 2017 г. растения сорта Памяти Хангильдина были наиболее высокими – 97 см. В среднем за 2014–2017 гг. на Балезинском ГСУ сорт Марафон, имея высоту растений 82 см, превосходил по данному показателю другие сорта.

На Увинском ГСУ в 2014 г. и в 2016 г. и в среднем за 2014–2017 гг. преимущество по высоте растений было у сортов Марафон, а в 2015 г. – у сорта Памяти Хангильдина, в 2017 г. – у сорта Аксайский усатый 55. В 2014–2016 гг. растения сорта Красноус были самыми низкорослыми среди других сортов – 48–58 см. Более высокими (96 см) были растения сорта Аксайский усатый 55 в 2017 г., а у сорта Марафон растения на 10 см были ниже, имея высоту 84 см.

Таблица 5 – Высота растений сортов гороха посевного на госсортоучастках Удмуртской Республики, см

Сорт	Год				
	2014	2015	2016	2017	Средняя
Балезинский ГСУ					
Аксайский усатый 55	82	53	76	93	76
Красноус	86	51	64	86	72
Марафон	110	59	71	87	82
Памяти Хангильдина	95	49	66	97	77
Увинский ГСУ					
Аксайский усатый 55	68	72	72	96	77
Красноус	57	48	58	93	64
Марафон	80	72	79	93	81
Памяти Хангильдина	77	81	70	84	78
Сарапульский ГСУ					
Аксайский усатый 55	102	65	78	83	82
Красноус	91	58	63	70	71
Марафон	106	56	70	72	82
Памяти Хангильдина	101	58	78	86	81
Можгинский ГСУ					
Аксайский усатый 55	76	71	83	103	83
Красноус	42	55	80	86	66
Марафон	64	74	91	114	86
Памяти Хангильдина	57	69	85	123	84

В 2014 г. на Сарапульском ГСУ сорта Алтайский усатый 55, Марафон и Памяти Хангильдина сформировали высокорослые растения – 102 см, 106 см и 101 см соответственно. Растения сорта Красноус были ниже по высоте растений оказались низкорослыми 56–65 см, относительно высоты растений каждого сорта

в 2014 г., 2016 г. и 2017 г. Сорт Аксайский усатый 55 сформировал в 2015 г. растения высотой 65 см, превосходили по данному показателю другие сорта на 7–9 см. В абиотических условиях 2016 г. высота растений сортов Аксайский усатый 55 и Памяти Хангильдина была на одном уровне – 78 см, а у сортов Марафон

и Красноус растения были на 8–15 см ниже. В 2017 г. наиболее высокорослыми 86 см были растения сорта Памяти Хангильдина, сорт Аксайский усатый 55 сформировал растения высотой 83 см, сорта Марафон – 72 см и сорта Красноус – 70 см. В среднем за 2014–2017 гг. на Сарапульском ГСУ высота растений сортов Аксайский усатый 55, Марафон и памяти Хангильдина была на одном уровне, а растения сорта Красноус были короче на 10–11 см.

В 2014 г. на Можгинском ГСУ высота у растений сорта Аксайский усатый 55 составила 76 см, что на 34 см превышает данный показатель у сорта Красноус, на 12 см – у сорта Марафон и на 19 см – у сорта Памяти Хангильдина. Однако в абиотических условиях 2015 г. у сорта Марафон высота растений 74 см является наибольшей среди других сортов. Сорт Красноус сформировал растения высотой 55 см, что на 14 см меньше аналогичного показателя у сорта Памяти Хангильдина и на 16 см – у сорта Аксайский усатый 55. В 2016 г. сорт Марафон превысил другие сорта по высоте растений на 6–9 см. Наиболее высокорослые растения сорта гороха посевного сформировали в абиотических условиях 2017 г. Высота растений у сорта Памяти Хангильдина составила 123 см, у сорта Марафон – 114 см, у сорта Аксайский усатый 55 – 103 см. Высота растений 86 см, у сорта Красноус превышает на 24 см данный показатель в 2014 г. В среднем за 2014–2017 гг. высота растений сорта Марафон составила 86 см, сорта Памяти Хангильдина – 84 см, сорта Аксайский усатый 55 – 83 см. Как и на других госсортоучастках, так и на Можгинском ГСУ растения сорта Красноус были относительно низкими, имея высоту 66 см.

Таким образом, на всех госсортоучастках высота растений каждого сорта зависела от сортовых особенностей и от абиотических условий. Из исследуемых сортов в среднем за 2014–2017 гг. наиболее низкие растения были у сорта Красноус – 66–72 см, растения сортов Аксайский усатый 55, Марафон, Памяти Хангильдина имели высоту 76–86 см.

#### **Выводы:**

В Удмуртской Республике горох посевной возделывался на 11936–13052 га, с 2014 г. по 2017 г. площади под сортом Аксайский усатый 55 сократились с 6842 га до 3418 га, или в 2,0 раза. Посевы сорта Красноус увеличились на 2645 га или в 6,86 раза. В производственных посевах отсутствовали сорта Марафон и Памяти Хангильдина. Несортовые посевы занимали 2527–3165 га или 21,2–34,7 %.

В среднем за 2014–2017 гг. на Балезинском ГСУ при урожайности 21,6 ц/га сорт Красноус на 5,3 ц/га превысил сорт Аксайский усатый 55, на 5,2 ц/га – сорт Марафон и на 5,1 ц/га – сорт Памяти Хангильдина. На Увинском ГСУ урожайность более 20 ц/га имели сорта Красноус – 20,5 ц/га, сорт Памяти Хангильдина – 21,6 ц/га, сорт Аксайский усатый 55 – 21,7 ц/га. на Сарапульском ГСУ сорт Аксайский усатый 55 с урожайностью 25,5 ц/га превышал на 2,7–4,8 ц/га продуктивность других сортов. На Можгинском ГСУ наибольшая урожайность 29,2 ц/га была у сорта Аксайский усатый 55, у сорта Марафон она была ниже на 0,6 ц/га, у сорта Памяти Хангильдина – на 0,4 ц/га.

Масса 1000 семян сортов гороха посевного изменялась по годам исследований из-за абиотических условий, которые складывались в период вегетации. На всех госсортоучастках наиболее высокую массу 1000 семян имел сорт Памяти Хангильдина, наиболее низкую массу 100 семян имел сорт Марафон.

В среднем за 2014–2017 гг. на Балезинском, Увинском ГСУ и Можгинском сорт Марафон превосходил другие сорта по высоте растений, на Сарапульском ГСУ высота растений сортов Аксайский усатый 55, Марафон и памяти Хангильдина была на одном уровне 81–82 см. На всех госсортоучастках растения сорта Красноус были относительно низкими, имея высоту 64–72 см.

#### **Список литературы**

1. Результаты государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур за 2011–2014 гг. – Можга, 2014. – 108 с.
2. Фатыхов, И.Ш. Научные основы системы земледелия Удмуртской Республики / И.Ш. Фатыхов, Е.В. Корепанова // Практическое руководство в 4 книгах. Книга 1. Почвенно-климатические условия. Системы обработки почв. – Ижевск, 2015. – 44 с.
3. Фатыхов, И.Ш. Современные проблемы в агрономии / И.Ш. Фатыхов, Е.В. Корепанова, В.Г. Колесникова, В.Н. Гореева. – Ижевск : ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – 132 с.
4. Фатыхов, И.Ш. Элементный состав семян гороха Аксайский усатый 55 в условиях Среднего Предуралья / И.Ш. Фатыхов, А.В. Мильчакова, М.А. Евстафьев // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 8 (126). – С. 64–67.
5. Фатыхов, И.Ш. Влияние срока посева и нормы высева на урожайность гороха Аксайский усатый 55 / И.Ш. Фатыхов, А.В. Мильчакова, М.А. Евстафьев // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практической конфе-

ренции. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – С. 147–153.

6. Фатыхов, И.Ш. Влияние срока посева гороха Аксайский усатый 55 на урожайность и образование азотфиксирующих клубеньков / И.Ш. Фатыхов, А.В. Мильчакова, М.А. Евстафьев // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 2 (108). – С. 7–8.

7. Фатыхов, И.Ш. Реакция гороха посевного Аксайский усатый 55 на сроки посева / И.Ш. Фатыхов, А.В. Мильчакова, М.А. Евстафьев // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (27). – С. 29–32.

8. Фатыхов, И.Ш. Влияние глубины посева на урожайность гороха посевного Аксайский усатый 55 / И.Ш. Фатыхов, А.В. Мильчакова, М.А. Евстафьев // Научное обеспечение развития АПК в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ижевск : ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. – С. 166–168.

9. Фатыхов, И.Ш. Предпосевная обработка семян гороха Аксайский усатый 55 и производство гороховых // Инновационному развитию АПК – научное обеспечение: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию Пермской государственной сельскохозяйственной академии. – Пермь : ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2010. – С. 240–243.

10. Фатыхов, И.Ш. Интенсивная технология возделывания зерновых и зернобобовых культур в Удмуртской Республике: учебное пособие / И.Ш. Фатыхов. – Ижевск, 1994. – 63 с.

11. Фатыхов, И.Ш. Формирование урожайности гороха Толар в зависимости от календарных сроков посева и метеорологических условий на ГСУ Удмуртской Республики / И.Ш. Фатыхов, Г.Ф. Яковлева // Тезисы докладов научно-производственной конференции профессорско-преподавательского коллектива, посвящённой 75-летию Государственности Удмуртии. – Ижевск, 1995. – С. 13–14.

12. Результаты государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур за 2011–2014 гг. – Можга, 2018. – 91 с.

13. Фатыхов, И.Ш. Реакция сортов гороха посевного на абиотические условия / И.Ш. Фатыхов, Е.В. Корепанова, Я.Н. Сундукова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4. – С. 72–74.

14. Корепанова, Е.В. Урожайность льна-долгунца при разных метеорологических условиях на госсортоучастках Удмуртской Республики / Е.В. Корепанова, И.Ш. Фатыхов // Актуальные проблемы селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур: материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров: ВятГСХА, 2017. – С. 69–74.

15. Гореева, В.Н. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на абиотические условия аминокислотным составом семян / В.Н. Гореева, Е.В. Корепанова, Д.Н. Печников, И.Ш. Фатыхов // Вестник Ижев-

ской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – С. 19–25.

16. Hedley, C.L. Desing an improved pea crop plant / C.L. Hedley, M.J. Ambrose, A.A. Puke // Perspectives for peas and lupins as protein crops. – 1983. – № 8.

17. Hovinen, S. Breeding of a protein pea ideotype for finnish conditions / S. Hovinen // J agr. Sc. in Finland. – 1988. – № 60, 1. – P. 1–72.

### Spisok literatury

1. Rezul'taty gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur za 2011–2014 gg. – Mozhga, 2014. – 108 s.

2. Fatyhov, I.SH. Nauchnye osnovy sistemy zemledeliya Udmurtskoj Respubliki / I.SH. Fatyhov, E.V. Korepanova // Prakticheskoe rukovodstvo v 4 knigah. Kniga 1. Pochvenno-klimaticheskie usloviya. Sistemy obrabotki pochv. – Izhevsk, 2015. – 44 s.

3. Fatyhov, I.SH. Sovremennye problemy v agronomii / I.SH. Fatyhov, E.V. Korepanova, V.G. Kolesnikova, V.N. Goreeva. – Izhevsk : FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2014. – 132 s.

4. Fatyhov, I.SH. EHlementnyj sostav semyan goroha Aksajskij usatij 55 v usloviyah Srednego Predural'ya / I.SH. Fatyhov, A.V. Mil'chakova, M.A. Evstaf'ev // Agrarnyj vestnik Urala. – 2014. – № 8 (126). – S. 64–67.

5. Fatyhov, I.SH. Vliyanie sroka poseva i normy vyseva na urozhajnost' goroha Aksajskij usatij 55 / I.SH. Fatyhov, A.V. Mil'chakova, M.A. Evstaf'ev // Agrarnaya nauka – innovacionnomu razvitiyu APK v sovremennyh usloviyah: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2013. – S. 147–153.

6. Fatyhov, I.SH. Vliyanie sroka poseva goroha Aksajskij usatij 55 na urozhajnost' i obrazovanie azotifiksiryushchih kluben'kov / I.SH. Fatyhov, A.V. Mil'chakova, M.A. Evstaf'ev // Agrarnyj vestnik Urala. – 2013. – № 2 (108). – S. 7–8.

7. Fatyhov, I.SH. Reakciya goroha posevnogo Aksajskij usatij 55 na sroki poseva / I.SH. Fatyhov, A.V. Mil'chakova, M.A. Evstaf'ev // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 3 (27). – S. 29–32.

8. Fatyhov, I.SH. Vliyanie glubiny poseva na urozhajnost' goroha posevnogo Aksajskij usatij 55 / I.SH. Fatyhov, A.V. Mil'chakova, M.A. Evstaf'ev // Nauchno obespechenie razvitiya APK v sovremennyh usloviyah: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Izhevsk : FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2011. – S. 166–168.

9. Fatyhov, I.SH. Predposevnaya obrabotka semyan goroha Aksajskij usatij 55 i proizvodstvo gorohovyh // Innovacionnomu razvitiyu APK – nauchno obespechenie: sbornik nauchnyh statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchyonnoj 80-letiyu Permskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – Perm' : FGBOU VPO Permskaya GSKHA, 2010. – S. 240–243.

10. Fatyhov, I.SH. Intensivnaya tekhnologiya vozdeystviya zernovyh i zernobovovyh kul'tur v Udmurtskoj Respublike: uchebnoe posobie / I.SH. Fatyhov. – Izhevsk, 1994. – 63 s.
11. Fatyhov, I.SH. Formirovanie urozhajnosti goroha Tolar v zavisimosti ot kalendarnyh srokov poseva i meteorologicheskikh uslovij na GSU Udmurtskoj Respubliki / I.SH. Fatyhov, G.F. YAKovleva // Tezisy dokladov nauchno-proizvodstvennoj konferencii professorsko-prepodavatel'skogo kollektiva, posvyashchyonnoj 75-letiyu Gosudarstvennosti Udmurtii. – Izhevsk, 1995. – S. 13–14.
12. Rezul'taty gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur za 2011–2014 gg. – Mzhga, 2018. – 91 s.
13. Fatyhov, I.SH. Reakciya sortov goroha posevnogo na abioticheskie usloviya / I.SH. Fatyhov, E.V. Korepanova, YA.N. Sundukova // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 4. – S. 72–74.
14. Korepanova, E.V. Urozhajnost' l'na-dolgunca pri raznyh meteorologicheskikh usloviyah na gos-sortouchastkah Udmurtskoj Respubliki / E.V. Korepanova, I.SH. Fatyhov // Aktual'nye problemy selekcii i tekhnologii vozdeystviya sel'skohozyajstvennyh kul'tur: materialy II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. – Kirov: VyatGSKHA, 2017. – S. 69–74.
15. Goreeva, V.N. Reakciya l'na maslichnogo VNIIMK 620 na abioticheskie usloviya aminokislotnym sostavom semyan / V.N. Goreeva, E.V. Korepanova, D.N. Pechnikov, I.SH. Fatyhov // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2017. – S. 19–25.
16. Hedley, C.L. Desing an improved pea crop plant / C.L. Hedley, M.J. Ambrose, A.A. Puke // Perspectives for peas and lupins as proteincrops. – 1983. – № 8.
17. Hovinen, S. Breeding of a protein pea ideotype for finnish conditions / S. Hovinen // J agr. Sc. in Finland. – 1988. – № 60, 1. – P. 1–72.

#### Сведения об авторах:

**Фатыхов Ильдус Шамилович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: nir210@mail.ru).

**Корепанова Елена Витальевна** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: nir210@mail.ru).

**Первушин Владимир Федорович** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры эксплуатации и ремонта машин ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: nir210@mail.ru).

**Галиев Рамис Ракипович** – аспирант кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: nir210@mail.ru).

E.V. Korepanova, I.Sh. Fatykhov, V.F. Pervushin, R.R. Galiev  
*Izhevsk State Agricultural Academy*

#### COMPARATIVE PRODUCTIVITY OF PEA SEEDS AT THE STATE-GOVERNED BREEDING-SPACES IN THE UDMURT REPUBLIC

*In the State Register of Breeding Achievements approved for utilization in the Udmurt Republic from 2014, there were varieties of pea seeds included: Aksajskij usatyj 55, Krasnous, Marathon, and Pamyati Hangil'dina. The study of the productivity of new selections of pea seeds under specific abiotic conditions created an opportunity to identify the most adapted seeds and recommend them to producers in rural areas for cultivation. Therefore, the study of the yield of new pea seed varieties under specific abiotic conditions, like other crops, had a certain scientific and practical interest. The research tasks were: to calculate the share of each sowing pea grade which is included in the State Register of Breeding Achievements and approved for utilization in the Udmurt Republic from 2014, in the sowing areas; to identify the most productive varieties in various abiotic conditions at state-governed sites; to do a comparative analysis of the mass index of 1000 pieces of seeds in the crop, and the height of the plants before planting the four varieties of pea seeds. The object of the research was: varieties of pea sowing Aksajskij usatyj 55, Krasnous, Marathon, Pamyati Hangil'dina memory.*

*May 2014 was warm and arid, June was characterized as moderately warm, the amount of precipitation is normal, in July and August – the temperature and precipitation are within the norm. In 2015, May and June were warm and arid, July and August were cool and humid. The vegetation period of 2016 was characterized as hot and acute drought, in 2017, it was cool and humid, June and July were characterized by cold weather and excessive humidity with the total precipitation 208% and 222% of the norm, respectively. In the Udmurt Republic, pea crops were cultivated at 11936–13052 hectares, from 2014 to 2017, areas under the Aksajskij usatyj 55 had declined from 6,842 hectares to 3,418 hectares, or 2.0 times. Crops of Krasnous had increased by 2,645 hectares or 6.86 times. In productive crops there were no pea grades of Marathon and Pamyati Hangil'dina. Varieties without a title occupied 252 3165 ha or 21.2–34.7%. In 2014–2017, in average, at the Balezinsky SVP, with a yield of 21.6 centners per hectare, Krasnous had increased by 5.3 c/ha the Aksajskij usatyj 55, 5.2 centners per hectare – Marathon and 5.1*

centners per hectare, Pamyati Hangil'dina. At the Uvinsky SVP, yields of more than 20 centners per hectare had Krasnous varieties – 20.5 centners per hectare, the grade of the Pamyati Hangil'dina was 21.6 centners per hectare, and the Aksajskij usatyj 55 grade was 55.21 c/ha. At the Sarapulsky SVP, the Aksajskij usatyj 55 with a yield of 25.5 c/ha was 2.7–4.8 c/ha, higher than that of other varieties. The highest yield of Mozhginsky SVP was 29.2 centners per hectare in the Aksajskij usatyj 55, in Marathon it was 0.6 c/ha lower, and 0.4 c/ha in the Pamyati Hangil'dina. The weight of 1000 seeds of sowing pea varieties differed according to the years of research due to the abiotic conditions that were developing during the growth season. At all state-governed sites the highest weight of 1000 seeds had formed a grade of Pamyati Hangil'dina, the lowest weight of 1000 seeds was Marathon. In average, for 2014–2017, at the Balezinsky, Uvinsky and Mozhginsky SVP, the Marathon variety exceeded other varieties in plant height, the height of the Aksajskij usatyj 55, the Marathon and the Pamyati Hangil'dina height was the same at Sarapulsky SVP – 81–82 cm. At all state-govern sites, the plants of the Krasnous variety were relatively low, thus reaching the height 64–72 cm.

**Key words:** pea seeds, seed variety, yield of seeds, weight of 1000 seeds, height of plants.

**Authors:**

**Fatykhov Ildus Shamilevich** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice– Rector in Research, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St, Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail nir210@mail.ru).

**Korepanova Elena Vitalievna** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Crop Science, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: nir210@mail.ru).

**Pervushin Vladimir Fyodorovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Machine Operation and Repairs, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: nir210@mail.ru).

**Galiev Ramis Rakipovich** – Post-graduate Student, Department of Plant Cultivation, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: nir210@mail.ru).

А.Г. Ипатов, С.Н. Шмыков

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## ОСОБЕННОСТИ МОДИФИКАЦИИ ТРИБООБЪЕКТОВ ГЕОМОДИФИКАТОРАМИ НА ОСНОВЕ СЕРПЕНТИНИТА

*В рассматриваемой работе представлены материалы по обоснованию условий и режимов, при которых возможно формирование устойчивого модифицированного слоя на основе гидросиликатов – серпентинитов. Проанализированы основные направления реализации технологии по модификации поверхностей, определены первоначальные данные, при которых идёт устойчивый процесс создания покрытия. Обоснован состав раствора на основе геомодификатора, а также представлена технология приготовления используемого раствора. Проведены лабораторные исследования по синтезу модифицированных покрытий в трибосопряжениях с различными механическими свойствами поверхностей. Проанализирована температура в зоне трения, обеспечивающая стабильную модификацию покрытия. Представлены металлографические данные тонкого модифицированного слоя на поверхности контртела.*

*Полученные данные имеют огромное практическое значение, поскольку позволяют непосредственно в условиях эксплуатации прогнозировать вероятность формирования модифицированного покрытия, обладающего уникальными антифрикционными свойствами.*

**Ключевые слова:** геомодификатор, серпентинит, трение, износ, восстановление, гидросиликат, слоистая структура, трибосопряжение.

Наиболее перспективным направлением повышения работоспособности трибосопряжений является использование эксплуатационных методов, основанных на самоорганизации трения в сопряжениях за счет введения между контактирующими поверхностями модификаторов. В качестве модификаторов выступают различные металлы плакирующего характера, а также геомодификаторы на основе слоистых структур – гидросиликатов преимущественно на основе серпентинитов.

Широкое использование геомодификаторов обосновано особенностями их строения, структура которых обладает слоистостью и низкой прочностью связи между слоями [1, 3, 4, 6], что обеспечивает хорошее скольжение контактирующих поверхностей с минимальной потерей энергии. Другим наиболее важным свойством данных материалов является наличие в их составе компонентов и соединений, которые гипотетически могут участвовать в синтезе тонких модифицированных покрытий на поверхности деталей машин. Химическая формула серпентинита  $Mg_6 [Si_4O_{10}] \cdot (OH)_8$  или  $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ . Химический состав представляет собой преимущественно соединения  $MgO$  – 43,0 %,  $SiO_2$  – 44,1 %,  $H_2O$  – 12,9 %, количественный состав не постоянен и может меняться. Наличие таких металлов, как Mg, Si, могут благоприятно влиять на возможность создания соединений на основе железа, что обеспечит повышение твёрдости поверхности, а также создаст предпосылки для синтеза мо-

дифицированного слоя на основе компонентов серпентинита.

Структура компонентов гидросиликатов сложна для возможности их использования в качестве «строительного» материала модифицированного слоя. Поэтому предварительно необходимо материал подвергать длительной механаактивации в течение 8 часов при ускорении 10 g по принципу «качающаяся бочка» с последующей дегидратацией. В работах Ковалевской и Стрелкова [2, 5] указано, что дегидратация основных компонентов серпентинита начинается при температуре 650–750 °С. Дегидратация важный процесс подготовки материала, поскольку обеспечиваются условия для дальнейшего расщепления компонентов на более мелкие соединения [7].

Однако процессы дегидратации и механаактивации не могут обеспечить выделение свободных металлов, что не позволяет участвовать им в фазовых превращениях с участием железа, с формированием устойчивых соединений и структур. Для обеспечения условий получения свободных химических элементов необходимо использовать силу трения между контактирующими поверхностями в трибосопряжениях. В процессе взаимодействия неровностей контактирующих поверхностей (рис. 1) возникают флуктуации температуры, которые частично разрушают химические соединения и тем самым высвобождают необходимые элементы для участия в синтезе модифицированного покрытия.

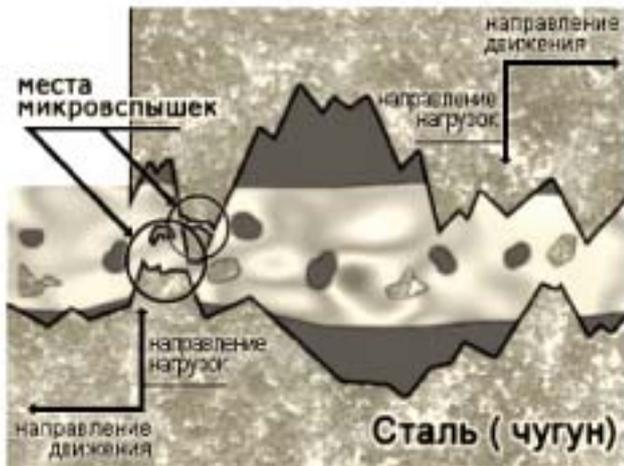


Рисунок 1 – Характер взаимодействия микронеровностей в условиях граничного трения

Таким образом, использование геомодификаторов возможно лишь в тех условиях, когда имеют место микроконтакты поверхностей, т.е. в условиях граничного трения с минимальной подачей смазки [8].

Однако в условиях эксплуатации многие разработчики различных присадок, основанных на серпентинитах, не указывают условия, при которых данные модификаторы начинают «работать». Хотя большинство узлов и агрегатов не способны обеспечить условия для возможности их дегидратации и расщепления.

Поэтому в данной работе нами поставлена цель по определению характеристик контактирующих поверхностей, при которых возможна модификация поверхности компонентами геомодификатора на основе серпентинитов. В качестве основной характеристики поверхностей приняли значение твердости, поскольку изменение твердости влияет на температуру в зоне контакта микронеровностей.

#### Методика исследований

Модифицирование поверхностей трения проводили в лабораторных условиях с использованием машины трения СМТ-2070. Как было сказано выше, формирование модифицированных поверхностей возможно при условии граничного трения, с этой целью камера трения была модернизирована – дополнительно выполнен подвод смазки через калиброванную трубку для подачи смазки с периодичностью 1 капля в минуту. Процесс лабораторных исследований включал 2 этапа: 1. Подготовка пары трения – приработка поверхностей. 2. Формирование модифицированных поверхностей с использованием композиции на основе геомодификатора.

Процесс приработки реализовывали в жидкостной ванне с использованием промышленного масла И-20. Предварительно поверхности трения (контртело) были проанализированы на шероховатость и микротвердость. После приработки (качество приработки определяли стабилизацией момента трения в 5-минутном интервале работы сопряжения) масло из камеры трения сливали, а контактирующие поверхности протирали насухо ветошью.

Второй этап исследований включал в себя подготовку рабочей суспензии, представляющей собой 5 % (по массе) раствор геомодификатора в промышленном масле И-20. Предварительно геомодификатор на основе серпентинита подвергался интенсивному размолу в шаровой мельнице с достижением дисперсности 0,5–1,0 мкм. Готовый порошок размешивали с промышленным маслом И-20 в соотношении 50 на 50 по массе с получением раствора. Полученный раствор также обрабатывали в шаровой мельнице для получения равномерной суспензии в течение 10 мин. Технология создания модифицированной поверхности представляет собой постепенное повышение температуры в зоне трения за счет увеличения нагрузочной характеристики на контртело, при этом кинематические показатели – скорость трения оставляли постоянной. Рабочую суспензию на поверхности трения подавали через трубку с периодичностью 1 капля в минуту независимо от величины момента трения. Вероятность получения модифицированных поверхностей определяли характером изменения момента трения по следующим критериям: повышение момента трения – модифицированного слоя на поверхности нет; падение момента трения при увеличении нагрузки – модифицированный слой формируется.

Для определения температуры формирования модифицированного слоя в камеру трения дополнительно снабдили термопарой типа ТЖК с рабочим диапазоном от –200 до 750 °С. Установка термопары производилась непосредственно в камеру трения через отверстие, сделанное в испытуемом образце (рис. 2).

Как было указано выше, на формирование модифицированного слоя определяющее влияние оказывает температура в зоне трения. Значение температуры в зоне трения характеризуется твердостью поверхностей, а также их задиростойкостью. Для анализа возможности формирования модифицированных покрытий использовали пары трения из конструкционных сплавов, обладающих различной твердостью (таблица 1).

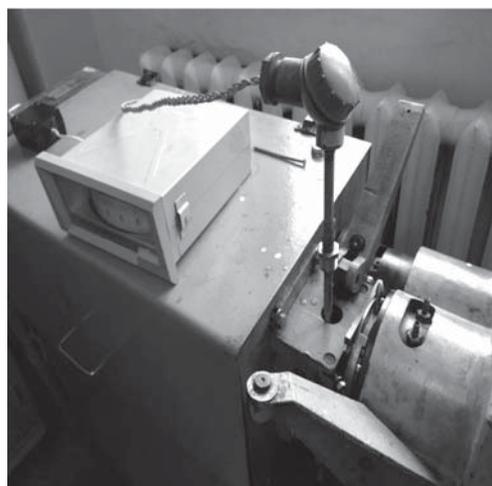


Рисунок 2 – Образец и камера трения для определения температурного диапазона

Образцы с модифицированными поверхностями подвергли лабораторным – исследованиям: металлографическое исследование поперечного среза и триботехнические испытания

в условиях граничного трения. Основными контролируемыми параметрами испытаний приняли максимальную несущую способность и коэффициент трения поверхностей.

Таблица 1 – Характеристика испытываемых пар трений

№	Материалы пары трения	Вид термообработки	Твердость HRC
1	Сталь 45 – Сталь 45	Отжиг – Отжиг	27 – 27
2	Сталь 50X – Сталь 45	Закалка – Отжиг	44 – 27
3	Сталь 50X – Сталь 45	Закалка – Закалка	44 – 38
4	Твердый сплав ВК-8 – Сталь 50X	Закалка	91(HRA) – 44

### Результаты исследований

Для определения начала формирования модифицированного слоя анализировали диаграмму изменения момента трения и температуры в зависимости от нормальной нагрузки

ки. На рис. 3 представлена диаграмма изменения параметров температуры и момента трения для трибосопряжения, выполненных из отожженных сталей.

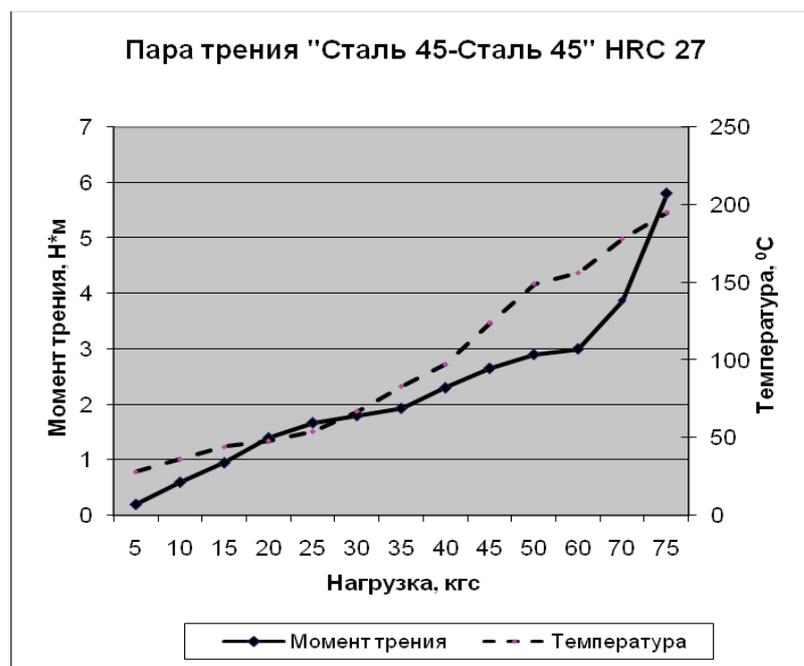


Рисунок 3 – Динамика изменения характеристик температуры и момента трения в паре трения № 1

Как видно, с повышением нагрузки момент трения и температура увеличиваются, на что сказывается увеличение силы трения по причине более высокой степени контактирования поверхностей. Диаграмма характеризуется двумя ярко выраженными зонами – нормального изнашивания и аварийного изнашивания. Нормальное изнашивание характеризуется постепенным увеличением момента трения и температуры во временном промежутке. В данном случае это соответствует диапазону нагрузочных характеристик от 5 до 60 кгс. При достижении нормальной нагрузки в 60 кгс происходит заметное увеличение момента тре-

ния, что соответствует переходу в аварийный режим работы сопряжения. Необходимо отметить, что температура в узле трения также характеризуется значительным повышением в момент схватывания поверхностей. При этом введение геомодификатора в зону трения к какому-либо воздействию не привело. Схватывание трущихся поверхностей определяется скачкообразным повышением момента трения, что соответствует величине нагрузки в 70 кгс.

С повышением твердости поверхностей динамика изменения параметров температуры и момента трения идёт стабильнее без значительного повышения показателей (рис. 4).

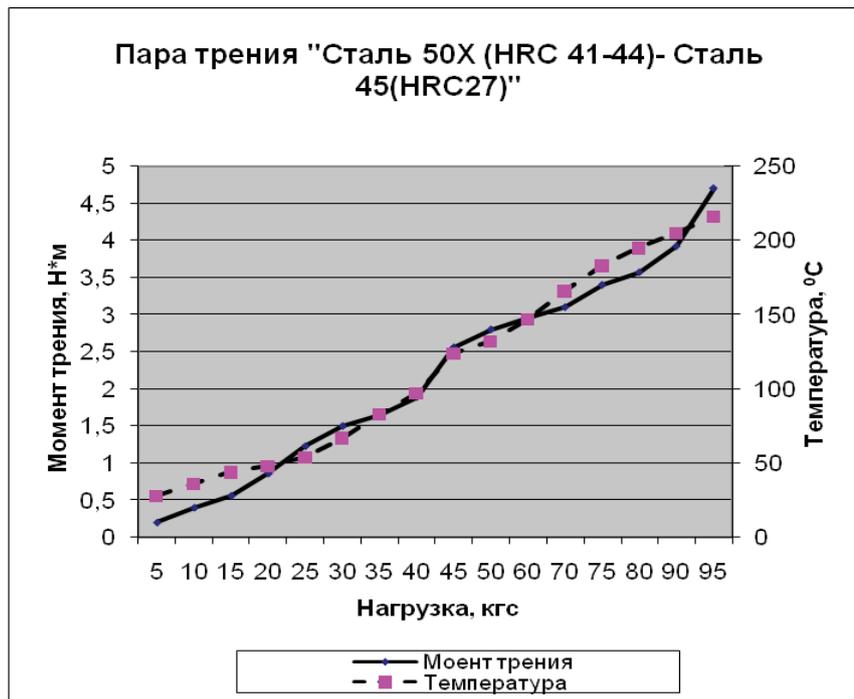


Рисунок 4 – Динамика изменения характеристик температуры и момента трения в паре трения № 2

Скачкообразное повышение момента трения не наблюдается, при этом стабилизации момента трения, как и температуры на диаграмме, не проявляется, что говорит об отсутствии эффекта от внедрения геомодификатора. Стоит отметить, что после каждого введения порции геомодификатора наблюдается небольшое повышение момента трения, что говорит об увеличении сил трения в силу наличия абразивных частиц, приводящих к усилению изнашивания.

При анализе трибосопряжения № 3 значительного отличия от динамики, представленной на рис. 4, не наблюдается. Наиболее привлекательными выглядят результаты испытания пары трения № 4 (рис. 5).

Благодаря высокой твердости поверхностей, раннего схватывания не происходит, что по-

зволяет обеспечить подходящие температурные условия для формирования эффекта модификации тонкого поверхностного слоя контактирующих поверхностей. Примечательно то, что предварительно перед формированием слоя значительно возрастает момент трения, что соответствует нагрузке 75 кгс и температуре около 400 °C. При нагрузке 80 кгс был введён раствор геомодификатора, после чего началась стабилизация момента трения с выравниванием температурного фона в пределах 480 °C. При нагрузке 100 кгс была введена дополнительная порция геомодификатора, что предварительно привело к незначительному увеличению момента трения, а в последующем к снижению момента трения и стабилизации температуры. Такой характер изменения момента трения легко объяснить ме-

ханизмом формирования модифицированного покрытия, который представляет собой постепенный, диффузионный процесс, а не мгновенный скачкообразный, и обусловлен флуктуацией температуры в зоне контакта. Неравномерно выделяемая температура по поверхности контакта обеспечивает формирование «свободных» компонентов, необходимых для синтеза покрытия также нестабильно, что на диаграмме характеризуется нестабильностью

момента трения. Однако высокая температура, длительно действующая в зоне трения, обеспечивает интенсивное расщепление пластинчатых частиц серпентинита с дальнейшей их адгезией и диффузией вглубь поверхностного слоя. Дальнейшее испытание данной пары было прекращено с целью анализа формируемой структуры. Для выявления микроструктуры провели металлографические исследования (рис. 6).



Рисунок 5 – Динамика изменения характеристик температуры и момента трения в паре трения № 2

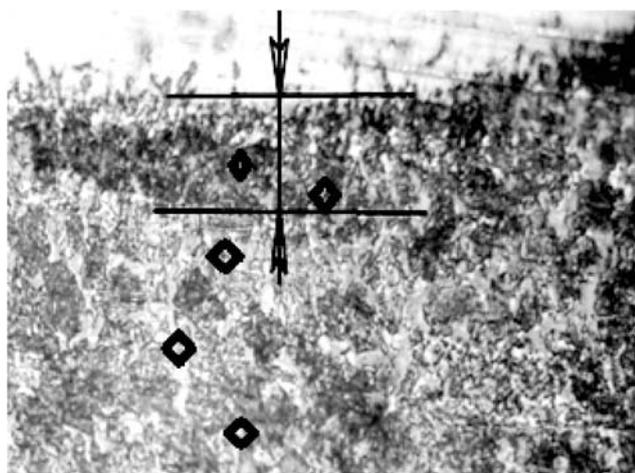


Рисунок 6 – Микроструктура модифицированного слоя

На микроструктуре образца проявляются два участка – темный поверхностный слой и светлый нижний слой. Нижний слой представляет собой микроструктуру углеродистой стали доэвтектоидного класса, соответствующий

углеродистой конструкционной стали 50. Переход из светлой зоны в темную имеет четкую линию ограничения и характеризуется плотной структурой без наличия пор и ликваций. Темный оттенок характерен для пресыщенной

структуры твёрдого раствора, что предположительно может быть твёрдым раствором на основе железа и кремния или железа и магния, которые присутствуют в большом количестве в структуре серпентинитов.

Полученное модифицированное покрытие испытали на устойчивость в условиях граничной смазки. Для сравнения испытали стандартную закалённую поверхность при тех же условиях (рис. 7).

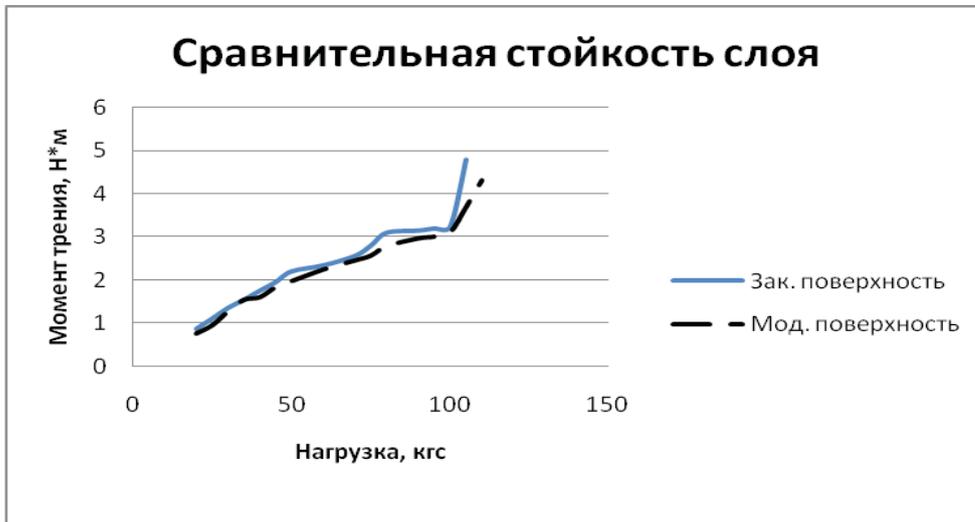


Рисунок 7 – Сравнительная стойкость модифицированной поверхности

Сравнительная характеристика модифицированного покрытия показала устойчивость, соответствующую закалённой стальной поверхности. При нормальной нагрузке в 100 кгс закалённая стальная поверхность испытывает задиры и дальнейшее разрушение сопряжения. Модифицированная поверхность устойчиво проработала до нормальной нагрузки в 120 кгс с дальнейшим схватыванием поверхностей трения. Таким образом, повышение несущей способности проявляется преимущественно при более высоких нагрузках в условиях, когда стандартные поверхности не работают.

**Выводы**

Выполненные исследования имеют высокую практическую значимость и позволяют оценить условия, при которых возможна модификация поверхностей трения гидросиликатами на основе серпентинита. Представленные триботехнические испытания характеризуют необходимый температурный фон работы узла трения для устойчивого синтеза модифицированного покрытия. Модифицированные покрытия имеют отличную от стандартных закаленных поверхностей работоспособность при высоких удельных нагрузках.

**Список литературы**

1. Ипатов, А.Г., Шмыков, С.Н. Использование геомодификаторов при восстановлении работоспособности сопряжений // А.Г. Ипатов, С.Н. Шмыков / Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы

Международной научно-практической конференции. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 82–86.

2. Ковалевская, Ж.Г. Влияние нагрева на фазовые превращения в геомодификаторе трения на основе слоистого гидросиликата / Ж.Г. Ковалевская, А.В. Хатькова, О.А. Белявская, В.В. Базаркина, А.И. Толмачёв, М.А. Химич // Обработка металлов. – 2013. – С. 80–85.

3. Коротков, В.А. Геомодификаторы поверхностей трения на основе серпентинитов // Сварка, реновация, триботехника. Тезисы докладов VII Уральской научно-практической конференции. – Нижний Тагил: Нижнетагильский технологический институт (филиал), 2015. – С. 93–95.

4. Погодаев, Л.И. Влияние геомодификаторов трения на работоспособность трибосопряжений // Проблемы машиностроения и надёжности машин. – № 1. – 2005. – С. 58–67.

5. Стрелков, С.М. Повышение работоспособности двигателей внутреннего сгорания безразборным способом / С.М. Стрелков, А.Г. Ипатов, С.С. Стрелков, В.А. Постников // Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Научное обеспечение реализации национальных проектов в сельском хозяйстве». – 2006. – Том 3. – С. 259–264.

6. Усачев, В.В. Погодаев, Л.И., Телух, Д.М., Кузьмин, В.Н. Введение в проблему использования природных слоистых геомодификаторов в трибосопряжениях // Трение и смазка в машинах и механизмах. – № 1. – 2010. – С. 36–42.

7. Shapkin, N.P., Leont'ev, L.B., Leont'ev, A.L., Korochentsev, V.V., Shkuratov, A.L. Organomodified aluminosilicates as friction geomodifiers // Russian Journal of Applied Chemistry. – Volume 85. – 2012. – P. 1509

8. Levanov, I., Doykin, A. Zadorozhnaya, E., Novikov, R. Properties of Lubricants with the Geo-Modifiers of Friction // Tribology in Industry. – Volume 39 (3). – 2017. – P. 302–306.

### Spisok literatury

1. Ipatov, A.G., SHmykov, S.N. Ispol'zovanie geomodifikatorov pri vosstanovlenii rabotosposobnosti sopryazhenij // A.G. Ipatov, S.N. SHmykov / Nauchno obosnovannye tekhnologii intensivifikatsii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2017. – S. 82–86.

2. Kovalevskaya, ZH.G. Vliyanie nagreva na fazovye prevrashcheniya v geomodifikatore treniya na osnove sloistogo gidrosilikata / ZH.G. Kovalevskaya, A.V. Hat'kova, O.A. Belyavskaya, V.V. Bazarkina, A.I. Tolmachyov, M.A. Himich // Obrabotka metallov. – 2013. – S. 80–85.

3. Korotkov, V.A. Geomodifikatory poverhnostej treniya na osnove serpentinitov // Svarka, renovaciya, tribotekhnika. Tezisy dokladov VII Ural'skoy nauchno-prakticheskoy konferencii. – Nizhnij Tagil: Nizhnetagil'skij tekhnologicheskij institut (filial), 2015. – S. 93–95.

4. Pogodaev, L.I. Vliyanie geomodifikatorov treniya na rabotosposobnost' tribosopryazhenij // Problemy mashinostroeniya i nadyozhnosti mashin. – № 1. – 2005. – S. 58–67.

5. Strelkov, S.M. Povyshenie rabotosposobnosti dvigatelej vnutrennego sgoraniya bezrazbornym sposobom / S.M. Strelkov, A.G. Ipatov, S.S. Strelkov, V.A. Postnikov // Materialy Vserossijskoy nauchno-tekhnicheskoy konferencii «Nauchnoe obespechenie realizacii nacional'nyh proektov v sel'skom hozyajstve». – 2006. – Tom 3. – S. 259–264.

6. Usachev, V.V. Pogodaev, L.I., Teluh, D.M., Kuz'min, V.N. Vvedenie v problemu ispol'zovaniya prirodnyh sloistyh geomodifikatorov v tribosopryazheniyah // Trenie i smazka v mashinah i mekhanizmah. – № 1. – 2010. – S. 36–42.

7. Shapkin, N.P., Leont'ev, L.B., Leont'ev, A.L., Korochentsev, V.V., Shkuratov, A.L. Organomodified aluminosilicates as friction geomodifiers // Russian Journal of Applied Chemistry. – Volume 85. – 2012. – P. 1509.

8. Levanov, I., Doykin, A. Zadorozhnaya, E., Novikov, R. Properties of Lubricants with the Geo-Modifiers of Friction // Tribology in Industry. – Volume 39 (3). – 2017. – P. 302–306.

### Сведения об авторах:

**Ипатов Алексей Геннадьевич** – к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт машин». ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, e-mail: ipatov.al@yandex.ru).

**Шмыков Сергей Николаевич** – к.э.н., доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт машин». ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, тел. (3412) 58-99-30).

A.G. Ipatov, S.N. Shmykov  
Izhevsk State Agricultural Academy

## PECULIARITIES OF MODIFICATION OF TRIBOBEJECTS BY GEOMODIFIATORS BASED ON SERPENTINE

*The present article depicts studies devoted to substantiation of the conditions and regimes in which a stable modified layer based is formed based on hydrosilicates i.e. serpentinites. The main directions of implementation of the technology for surface modification are analyzed, initial data are determined under which a stable process of coating creation is taking place. The composition of the solution based on the geomodifier is justified as well as the technology for preparing the solution used is also shown.. Laboratory studies on the synthesis of modified coatings in tribocouples with various mechanical properties of surfaces were carried out. The temperature in the friction zone was analyzed, which ensures a stable modification of coating. The metallographic data of a thin modified layer on the surface of the counter body are presented.*

*The obtained data are of great practical importance, since it allows to predict the probability of forming a modified coating with unique antifriction properties directly under operating conditions.*

**Key words:** geomodifier, serpentinite, friction, wear, reduction, hydrosilicate, layered structure, tribocoupling.

### Authors:

**Ipatov Alexey Gennadievich** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Machine Operation and Repair, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskya street, Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: e-mail: ipatov.al@yandex.ru).

**Shmykov Sergey Nikolayevich** – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Machine Operation and Repair, Izhevsk State Agricultural Academy (11, Studencheskya street, Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: tel. (3412) 58-99-30).

УДК 621.81:539.3

П.В. Дородов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПУТЁМ ОПТИМИЗАЦИИ ФОРМЫ ИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВОЗЛЕ КОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЙ

Многие детали машин имеют различные технологические элементы в виде резких переходов, отверстий, вырезов, которые нарушают плавную их геометрию и создают значительную концентрацию напряжений. Под действием внешней нагрузки в поперечных сечениях таких деталей возникают наибольшие местные напряжения, которые могут превысить предельные значения, что приведёт к появлению остаточной деформации или хрупкому излому и, как следствие, отказу машины или её агрегатов. Статья посвящена актуальной проблеме повышения конструкционной надёжности машин путём повышения прочности деталей возле различных концентраторов напряжений, которая обеспечивается оптимизацией их формы переходных поверхностей. Исследования напряжённого состояния показали, что разработанный метод оптимизации формы деталей позволяет снизить концентрацию напряжений на 30...72 %, а, следовательно, повысить прочность и усталостную долговечность деталей машины.

**Ключевые слова:** концентратор напряжений, оптимальное проектирование, конструкционная надёжность.

**Актуальность.** Одним из направлений повышения энергоэффективности сельскохозяйственной техники является снижение её материалоёмкости. Этого можно достичь, в том числе, путем рационального распределения материала деталей возле концентраторов напряжений. При этом масса деталей при соблюдении условия их прочности будет наименьшей.

Многие детали и узлы машин, например серьги, стяжки, косынки, пластины гидроцилиндров, крепления канатов, упорные стойки, пластины фиксаторов пружин и т.п., имеют ступенчатые переходы и технологические

элементы в виде вырезов, которые являются концентраторами напряжений. Анализ разрушений изделий показывает, что подавляющее большинство поломок, образование хрупких, усталостных трещин и других причин потери несущей способности возникают, как правило, вблизи этих концентраторов. На рисунках 1 и 2 изображены трещины в угловом стыке корпуса лобовины пресс-подборщика ПР-Ф-750 и рамки с опорой автоматической сцепки СА. Причиной развития трещин явилась усталость металла в угловой зоне и остаточные напряжения в сварном шве.



Рисунок 1 – Развитие трещины на корпусе лобовины пресс-подборщика рулонного ПР-Ф-750

Иногда разрушение конструктивных элементов происходит из-за нарушения технологических процессов восстановления, сборки

или внесения изменений в конструкцию деталей. На рисунке 3 показан излом спинки ножа косилки возле отверстия под заклёпку.



Рисунок 2 – Возникновение трещины в стыке рамки с опорой автоматической сцепки СА

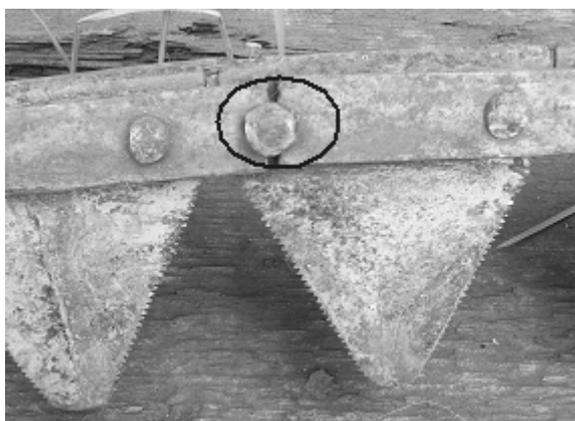


Рисунок 3 – Разрушение спинки ножа возле отверстия под заклепку косилки КС-Ф-2,1 Б

Излом произошёл вследствие увеличения отверстия и недостаточного натяга в заклепочном соединении, что привело к дополнительному износу и ослаблению бруса.

Часто трещины развиваются в деталях сложной геометрической формы, изготовленных отливкой. На рисунке 4 показана наружная вилка (фланец) карданной передачи трактора МТЗ-82.

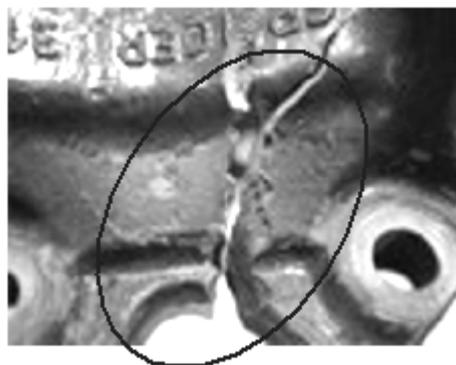


Рисунок 4 – Излом наружной вилки (фланца) карданной передачи трактора МТЗ-82

Разрушение произошло вследствие ударного крутящего момента вала, вызвавшего значительное увеличение изгибных напряжений в правой проушине. Трещина распространилась от зоны с резким изменением геометрии фланца к отверстию.

Высокая концентрация напряжений возникает в конструктивных элементах переменного сечения. На рисунке 5 показан излом дышла дисковой бороны БДТ-3.



Рисунок 5 – Излом дышла у основания серьги бороны дисковой БДТ-3

Причиной разрушения явилась усталость металла в зоне концентратора напряжений в виде резкого изменения сечения прицепного устройства.

Для повышения конструкционной надёжности машин необходимо снижать наибольшие местные напряжения путём оптимального проектирования формы деталей в местах резкого изменения их геометрии [1–6].

Представленная в [3, 7] методика оптимизации формы деталей хорошо применима для ступенчатых плоских изделий с постоянной толщиной, однако её использование затрудни-

тельно, если элементы конструкции должны сохранять свою геометрическую форму срединной поверхности, иначе изменятся их функциональные назначения. В этом случае равнопрочность детали можно обеспечить варьированием ее толщины в месте концентратора напряжений, путем оптимального проектирования макрорельефа.

**Цель исследований** – разработка метода расчёта оптимальной толщины и макрорельефа деталей в зонах концентрации напряжений при сохранении их геометрической формы срединной поверхности.

Условие равнопрочности деталей в безразмерных величинах можно записать [1, 2]:

$$\frac{\tau_{max}(s)}{q} = 0,5$$

или в менее строгом виде:  $\frac{\tau_{max}(s)}{q} \rightarrow 0,5,$

где  $\tau_{max}$  – расчётные максимальные касательные напряжения в срединной плоскости детали;  $s$  – нормальная к срединной плоскости  $xz$  координата поверхности детали, характеризующая её толщину;  $q$  – внешняя нагрузка вдоль оси  $z$ .

Методика расчёта оптимальной формы детали включает следующие этапы [1, 2].

1. Решается прямая краевая задача определения местных напряжений  $\sigma_{1z}(x)$ ,  $\sigma_{1x}(x)$ ,  $\tau_1(x)$  в детали на линии сопряжения  $[-t; t]$  (линии расположения вырезов или ступенчатого изменения сечения).

1.1 Подбирается решение уравнения

$$a\varphi(x) + \frac{b}{\pi i} \int_{-t}^t \frac{\varphi(\xi)}{\xi - x} d\xi = f(x),$$

3. Для решения плоской задачи напряжения в плоскости  $xz$   $\sigma_z(x, z)$ ,  $\sigma_x(x, z)$ ,  $\tau_{xz}(x, z)$  раскладываются в тригонометрические ряды с постоянными коэффициентами [1, 2, 4, 6–8]:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_z &= \sigma_{z0} - \sum_{n=1}^{\infty} \lambda^2 ((C_{1n} ch(\lambda z) + C_{2n} sh(\lambda z) + C_{3n} z \cdot ch(\lambda z) + \\ & C_{4n} z \cdot sh(\lambda z)) \cos(\lambda x) + (C_{5n} ch(\lambda z) + C_{6n} sh(\lambda z) + \\ & C_{7n} z \cdot ch(\lambda z) + C_{8n} z \cdot sh(\lambda z)) \sin(\lambda x)), \\ \sigma_x &= \sigma_{x0} + \sum_{n=1}^{\infty} ((C_{1n} \lambda^2 ch(\lambda z) + C_{2n} \lambda^2 sh(\lambda z) + C_{3n} \lambda (2sh(\lambda z) + \lambda z \cdot ch(\lambda z)) + \\ & C_{4n} \lambda (2ch(\lambda z) + \lambda z \cdot sh(\lambda z))) \cos(\lambda x) + (C_{5n} \lambda^2 ch(\lambda z) + C_{6n} \lambda^2 sh(\lambda z) + \\ & C_{7n} \lambda (2sh(\lambda z) + \lambda z \cdot ch(\lambda z)) + C_{8n} \lambda (2ch(\lambda z) + \lambda z \cdot sh(\lambda z))) \sin(\lambda x)), \\ \tau_{xz} &= \tau_{xz0} + \sum_{n=1}^{\infty} \lambda ((C_{1n} \lambda sh(\lambda z) + C_{2n} \lambda ch(\lambda z) + C_{3n} (ch(\lambda z) + \lambda z \cdot sh(\lambda z)) + \\ & C_{4n} (sh(\lambda z) + \lambda z \cdot ch(\lambda z))) \sin(\lambda x) - (C_{5n} \lambda sh(\lambda z) + C_{6n} \lambda ch(\lambda z) + \\ & C_{7n} (ch(\lambda z) + \lambda z \cdot sh(\lambda z)) + C_{8n} (sh(\lambda z) + \lambda z \cdot ch(\lambda z))) \cos(\lambda x)). \end{aligned} \right\}$$

где  $f(x) = \frac{du}{dx} - i \frac{dw}{dx}$

$$\varphi(x) = \sigma_{1z}(x) + i \tau_1(x); a = \frac{e}{u}; b = \frac{1}{u};$$

$$e = \frac{1-2\nu}{2(1-\nu)}; u = \frac{G}{1-\nu}; G = \frac{E}{2(1+\nu)};$$

$E$  – модуль упругости;

$\nu$  – коэффициент Пуассона;

$u, w$  – перемещения точек линии сопряжения.

Для определения местных нормальных напряжений  $\sigma_{1x}(x)$  можно воспользоваться положениями теории напряжённого состояния в точке.

Частные случаи исследования напряжений на линии сопряжения рассмотрены в [1, 4, 8–10].

2. Функции напряжений  $\sigma_{1z}(x)$ ,  $\sigma_{1x}(x)$ ,  $\tau_1(x)$ , а также внешней нагрузки  $q$  раскладываются в ряды Фурье:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{1z} &= A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos(\lambda x) + A_{n1} \sin(\lambda x)), \\ \sigma_{1x} &= A_0^* + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n^* \cos(\lambda x) + A_{n1}^* \sin(\lambda x)), \\ \tau_1 &= B_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (B_n \sin(\lambda x) + B_{n1} \cos(\lambda x)), \\ q &= B_0^* + \sum_{n=1}^{\infty} (B_n^* \cos(\lambda x) + B_{n1}^* \sin(\lambda x)), \end{aligned} \right\} (1)$$

где  $\lambda = n\pi/l$ ;  $n$  – целое число;  $l$  – наибольшая ширина детали.

4. Определяются постоянные  $\sigma_{z0}$ ,  $\sigma_{x0}$ ,  $\tau_{xz0}$ ,  $C_{in}$  из граничных условий (1). В общем виде их можно представить  $\sigma_{z0} = A_0$ ,  $\sigma_{x0} = A_0^*$ ,  $\tau_{xz0} = B_0$ ,

$$C_{1n} = - \frac{(A_n + B_n^*) (sh(\lambda c) + \lambda c \cdot ch(\lambda c)) + B_n \lambda c \cdot sh(\lambda c)}{\lambda^2 (sh(2\lambda c) + 2\lambda c)},$$

$$C_{2n} = - \frac{(A_n - B_n^*) (ch(\lambda c) + \lambda c \cdot sh(\lambda c)) + B_n \lambda c \cdot ch(\lambda c)}{\lambda^2 (sh(2\lambda c) - 2\lambda c)},$$

$$C_{3n} = \frac{(A_n - B_n^*) ch(\lambda c) + B_n sh(\lambda c)}{\lambda (sh(2\lambda c) - 2\lambda c)},$$

$$C_{4n} = \frac{(A_n + B_n^*) sh(\lambda c) + B_n ch(\lambda c)}{\lambda (sh(2\lambda c) + 2\lambda c)},$$

$$C_{5n} = - \frac{(A_{n1} + B_{n1}^*) (sh(\lambda c) + \lambda c \cdot ch(\lambda c)) - B_{n1} \lambda c \cdot sh(\lambda c)}{\lambda^2 (sh(2\lambda c) + 2\lambda c)},$$

$$C_{6n} = - \frac{(A_{n1} - B_{n1}^*) (ch(\lambda c) + \lambda c \cdot sh(\lambda c)) - B_{n1} \lambda c \cdot ch(\lambda c)}{\lambda^2 (sh(2\lambda c) - 2\lambda c)},$$

$$C_{7n} = \frac{(A_{n1} - B_{n1}^*) ch(\lambda c) - B_{n1} sh(\lambda c)}{\lambda (sh(2\lambda c) - 2\lambda c)},$$

$$C_{8n} = \frac{(A_{n1} + B_{n1}^*) sh(\lambda c) - B_{n1} ch(\lambda c)}{\lambda (sh(2\lambda c) + 2\lambda c)}.$$

5. По формулам

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{1,2} &= \frac{\sigma_x + \sigma_z}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_z}{2}\right)^2 + \tau_{xz}^2}, \\ \tau_{\max} &= \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \end{aligned} \right\}$$

находятся главные и максимальные касательные напряжения.

6. Максимальные касательные напряжения приводятся к безразмерным величинам

$$s(x/t, z/t) = \tau_{\max} / q, \quad (2)$$

где  $t$  – характерный линейный параметр концентратора (полуширина ступени, выреза или половина расстояния между соседними вырезами).

Затем выполняется проверка по условию нормировки

$$\frac{2}{q} \int_{-1}^{+1} \tau_{\max} dx = 1 \quad (3)$$

7. Решается обратная задача. По сути, искривлённое поле напряжений (2) в безразмер-

ных величинах представляет собой распределение толщины при условии равнопрочности детали, а условие нормировки (3) принимает вполне определённый геометрический смысл –

$$2 \int_{-t}^{+t} s dx = F / s^* \quad (4)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения детали;  $2s^*$  – толщина детали, рассчитанная из условия прочности при коэффициенте концентрации напряжений  $\alpha_\sigma = 1$  (по формулам сопротивления материалов).

Реальное распределение толщины детали с концентратором напряжений будет определяться по следующей зависимости

$$S = s^* \cdot s(x/t, z/t).$$

**Результаты исследования** [1, 2]. На рисунках 6–9 представлены результаты расчёта оптимальной формы макрорельефа по предложенной методике для элементов деталей с различными концентраторами напряжений.

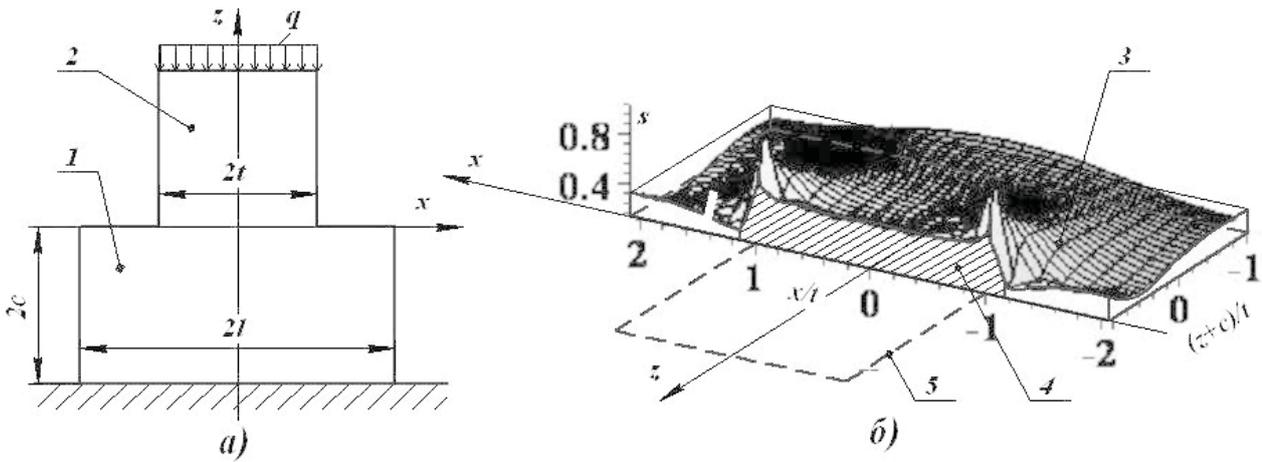


Рисунок 6 – Оптимальное проектирование макрорельефа элемента симметричной ступенчатой детали:

- а) расчётная схема с соотношением размеров  $l = 2c = 2t$ ; 1 – основание; 2 – ступень;  
 б) форма оптимальной поверхности основания детали (при  $z < 0$ ); 3 – поверхность основания детали оптимальной формы; 4 – сечение детали оптимальной формы на линии сопряжения (при  $z = 0$ ); 5 – срединная поверхность детали.

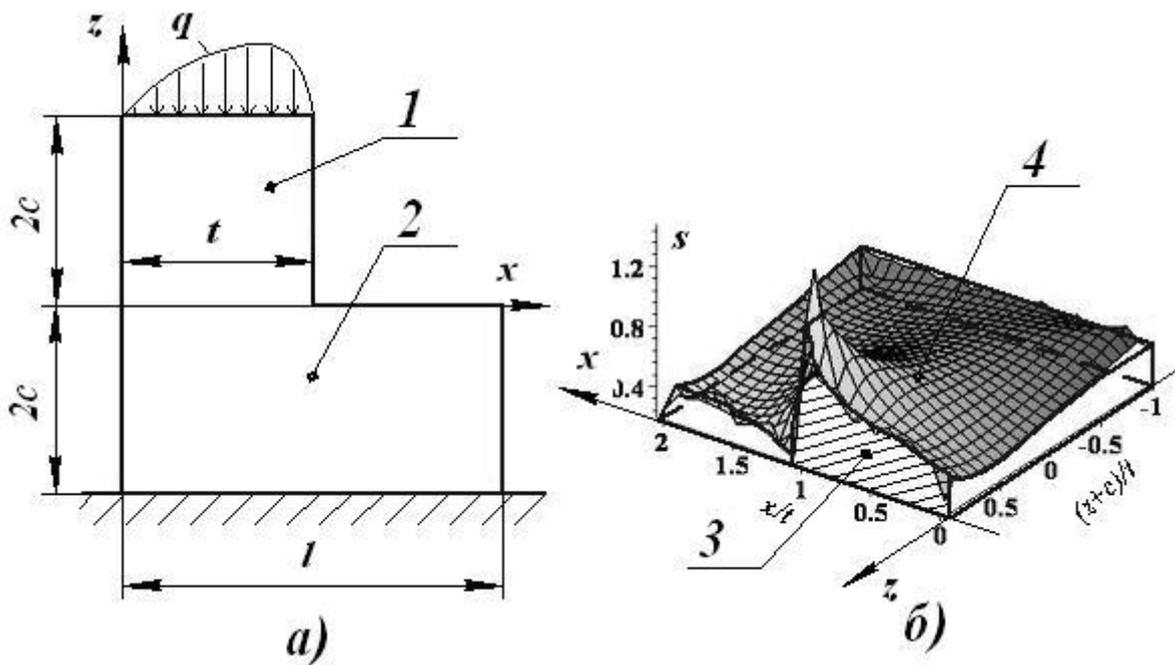


Рисунок 7 – Оптимальное проектирование макрорельефа элемента несимметричной ступенчатой детали:

- а) расчётная схема с соотношением размеров  $l = 2c = 2t$ ; 1 – основание; 2 – ступень;  
 б) форма оптимальной поверхности основания детали (при  $z < 0$ ); 3 – сечение детали оптимальной формы на линии сопряжения (при  $z = 0$ ); 4 – поверхность основания детали оптимальной формы

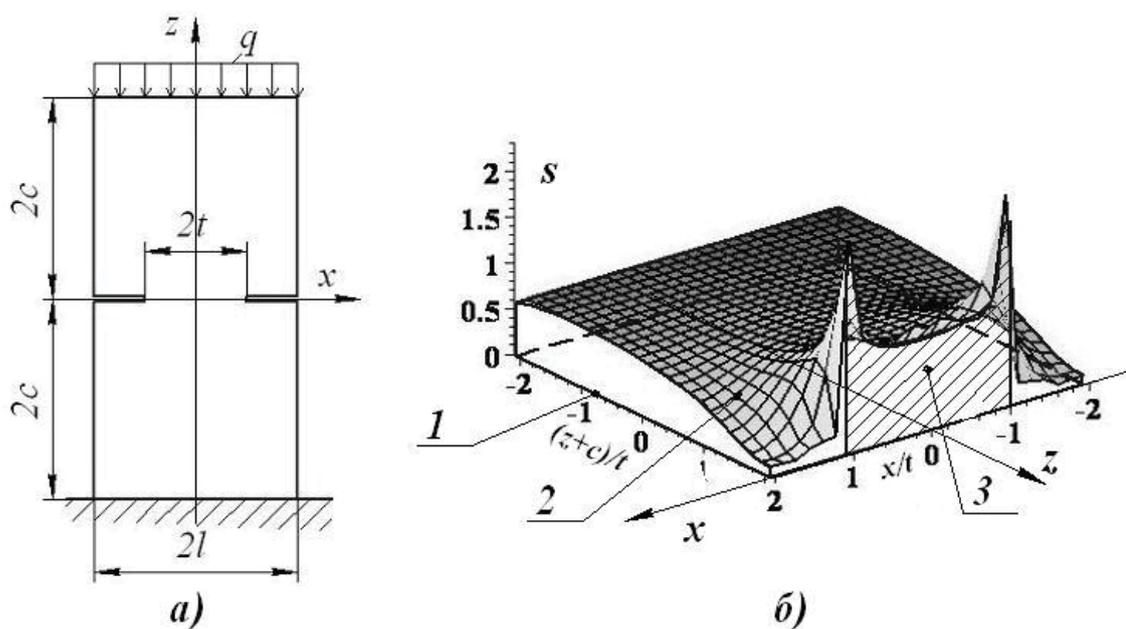


Рисунок 8 – Оптимальное проектирование макрорельефа элемента детали с симметричными боковыми вырезами:

- а) расчётная схема с соотношением размеров  $l = c = 2t$  ;  
 б) форма оптимальной поверхности основания детали (при  $z < 0$ ); 1 – срединная поверхность детали; 2 – поверхность детали оптимальной формы; 3 – сечение детали оптимальной формы на линии сопряжения (при  $z = 0$ )

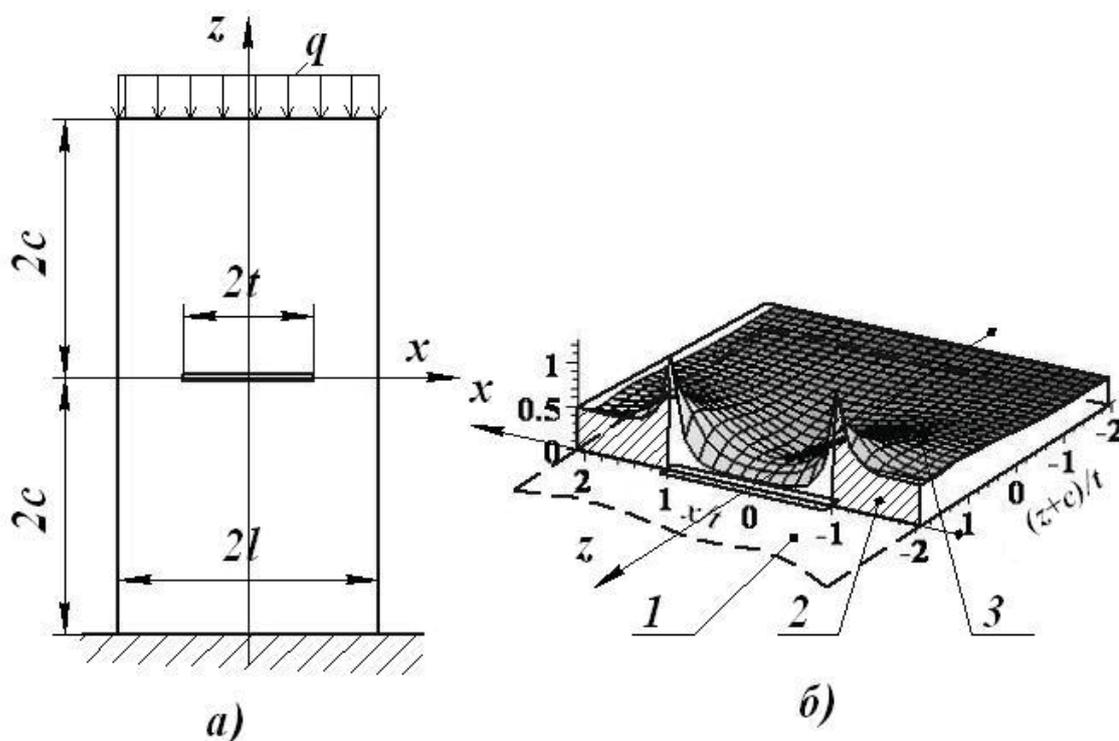


Рисунок 9 – Оптимальное проектирование макрорельефа элемента детали с горизонтальным вырезом:

- а) расчётная схема с соотношением размеров  $l = c = 2t$  ;  
 б) форма оптимальной поверхности основания детали (при  $z < 0$ ); 1 – срединная поверхность детали; 2 – сечение детали оптимальной формы на линии сопряжения (при  $z = 0$ ); 3 – поверхность детали оптимальной формы

Экспериментальная проверка предлагаемой методики оптимизации формы переходных поверхностей может быть осуществлена при натуральных испытаниях образцов с улучшенной формой поперечного сечения в зоне концентратора напряжений. Детали такой сложной формы или их модели можно изготовить, например на 3D-принтерах. Но так как выражение (4) и условие нормировки (3) эквивалентны (в (3) правая часть представляет собой единичную площадь поперечного сечения), то в представленной работе проверка выполнялась по методике, разработанной в [1, 2, 11–13], на плоских прозрачных моделях ступенчатых деталей оптимальной формы с равновеликой площадью поперечного сечения в условиях их осевого сжатия.

**Вывод.** Теоретически коэффициент концентрации напряжений может быть снижен до значений менее 1,05. Экспериментальные исследования на лазерном полярископ-интерферометре показали, что разработанный метод оптимизации формы деталей позволяет снизить концентрацию напряжений на 30...72 %, а следовательно, повысить прочность и усталостную долговечность деталей машины.

### Список литературы

1. Дородов, П.В. Комплексный метод расчёта и оптимального проектирования деталей машин с концентраторами напряжений: монография / П.В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – 316 с.
2. Дородов, П.В. Повышение надёжности сельскохозяйственных машин путём оптимизации формы их деталей: дисс... док. техн. наук: 05.20.03 / Дородов Павел Владимирович. – Москва, 2015. – 327 с.
3. Ерохин, М.Н. Повышение конструктивной надёжности копателя – сборщика картофеля / М.Н. Ерохин, П.Л. Максимов, П.В. Дородов // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 2. – С. 8–12.
4. Ерохин, М.Н. Уточнённый расчёт и определение коэффициента концентрации напряжений в деталях машин, ослабленных боковыми вырезами / М.Н. Ерохин, П.В. Дородов // Международный технико-экономический журнал. – 2014. – № 4. – С. 77–83.
5. Banichuk, N.V. Design of plates of minimum stress and deflection // Optimization of distributed parameter structures, Iowa, 1980 / Ed. E.J. Haug, J. Cea. Alphen aan den Rijn: Sijthoff-Noordhoff, 1981. – P. 333–361.
6. Francavilla, A., Ramakrishnan, C.V., Zienkiewicz, O.C. Optimization of shape to minimize stress concentration // J. Strain Anal., 1975, vol. 10. – P. 63–70.
7. Ерохин, М.Н. Метод оптимизации формы несимметричных ступенчатых деталей / М.Н. Еро-

хин, П.В. Дородов // Международный технико-экономический журнал. – 2016. – № 2. – С. 105–110.

8. Дородов, П.В. Исследование напряжений в окрестности плоского горизонтального выреза [Электронный ресурс] / П.В. Дородов, А.В. Кулагин // Инженерный вестник Дона. – 2012. – Т. 20. – № 2. – С. 438–442. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/813>.

9. Дородов, П.В. Исследование напряженного состояния в пластине, ослабленной концентратором напряжений / П.В. Дородов, И.Г. Поспелова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 67–70.

10. Дородов, П.В. Концентрация напряжений возле горизонтального выреза / П.В. Дородов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 1 (30). – С. 55–58.

11. Дородов, П.В. Совершенствование установки для исследования напряжённо-деформированного состояния в плоских прозрачных моделях деталей сельскохозяйственной техники // П.В. Дородов, Н.В. Гусева // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 4. – С. 10–13.

12. Беркутов, В.П. Интерферометр для определения нормальных напряжений в плоских прозрачных моделях / В.П. Беркутов, Н.В. Гусева, П.В. Дородов, М.М. Киселев // Датчики и системы. – 2009. – № 2. – С. 26–29.

13. Беркутов, В.П. Полярископ для определения разности главных напряжений в плоских моделях, изготовленных из оптически малочувствительных прозрачных материалов / В.П. Беркутов, Н.В. Гусева, П.В. Дородов, М.М. Киселев // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2008. – № 4 (40). – С. 108–110.

### Spisok literatury

1. Dorodov, P.V. Kompleksnyj metod raschyota i optimal'nogo proektirovaniya detalej mashin s koncentratorami napryazhenij: monografiya / P.V. Dorodov. – Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2014. – 316 s.
2. Dorodov, P.V. Povyshenie nadyozhnosti sel'sko-hozyajstvennyh mashin putyom optimizacii formy ih detalej: diss... dok. tekhn. nauk: 05.20.03 / Dorodov Pavel Vladimirovich. – Moskva, 2015. – 327 s.
3. Erohin, M.N. Povyshenie konstruktivnoj nadyozhnosti kopatelya – sborshchika kartofelya / M.N. Erohin, P.L. Maksimov, P.V. Dorodov // Traktory i sel'hozmashiny. – 2015. – № 2. – S. 8–12.
4. Erohin, M.N. Utochnyonnyj raschyot i opredelenie koehfficienta koncentracii napryazhenij v detalyah mashin, oslablennyh bokovymi vyrezami / M.N. Erohin, P.V. Dorodov // Mezhdunarodnyj tekhniko-ehkonomicheskij zhurnal. – 2014. – № 4. – S. 77–83.
5. Banichuk, N.V. Design of plates of minimum stress and deflection // Optimization of distributed parameter structures, Iowa, 1980 / Ed. E.J. Haug, J. Cea. Alphen aan den Rijn: Sijthoff-Noordhoff, 1981. – P. 333–361.

6. Francavilla, A., Ramakrishnan, C.V., Zienkiewicz, O.C. Optimization of shape to minimize stress concentration // *J. Strain Anal.*, 1975, vol. 10. – P. 63–70.
7. Erohin, M.N. Metod optimizacii formy nesimmetrichnyh stupenchatyh detalej / M.N. Erohin, P.V. Dorodov // *Mezhdunarodnyj tekhniko-ehkonomicheskij zhurnal*. – 2016. – № 2. – S. 105–110.
8. Dorodov, P.V. Issledovanie napryazhenij v okrestnosti ploskogo gorizontalnogo vyreza [Elektronnyj resurs] / P.V. Dorodov, A.V. Kulagin // *Inzhenernyj vestnik Dona*. – 2012. – Т. 20. – № 2. – S. 438–442. – Rezhim dostupa: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/813>.
9. Dorodov, P.V. Issledovanie napryazhennogo sostoyaniya v plastine, oslablennoj koncentrorom napryazhenij / P.V. Dorodov, I.G. Pospelova // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2013. – № 8. – S. 67–70.
10. Dorodov, P.V. Koncentraciya napryazhenij vozle gorizontalnogo vyreza / P.V. Dorodov // *Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2012. – № 1 (30). – S. 55–58.
11. Dorodov, P.V. Sovershenstvovanie ustanovki dlya issledovaniya napryazhyonno-deformirovannogo sostoyaniya v ploskih prozrachnyh modelyah detalej sel'skohozyajstvennoj tekhniki // P.V. Dorodov, N.V. Guseva // *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. – 2015. – № 4. – S. 10–13.
12. Berkutov, V.P. Interferometr dlya opredeleniya normal'nyh napryazhenij v ploskih prozrachnyh modelyah / V.P. Berkutov, N.V. Guseva, P.V. Dorodov, M.M. Kiselev // *Datchiki i sistemy*. – 2009. – № 2. – S. 26–29.
13. Berkutov, V.P. Polyariskop dlya opredeleniya raznosti glavnyh napryazhenij v ploskih modelyah, izgotovlennyh iz opticheski malochuvstvitel'nyh prozrachnyh materialov / V.P. Berkutov, N.V. Guseva, P.V. Dorodov, M.M. Kiselev // *Vestnik Izhevskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. – 2008. – № 4 (40). – S. 108–110.

#### Сведения об авторе:

**Дородов Павел Владимирович** – доктор технических наук, профессор кафедры теоретической механики и сопротивления материалов ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, e-mail: [pvd80@mail.ru](mailto:pvd80@mail.ru)).

P.V. Dorodov

*Izhevsk State Agricultural Academy*

#### INCREASING THE MACHINERY PARTS' DURABILITY BY OPTIMIZATION OF THE FORM OF SURFACES AT CLOSE TO CONCENTRATORS OF STRESSES

*Many of the machinery spares possess of different technological elements those of sudden transitions, openings, cutouts breaking their smooth geometry and creating significant concentration of stresses. Under the impact of external loading at the cross-sections of such machinery parts there appear the most local stresses causing exceeding limiting values; all this can lead to emerging residual deformation, or a fragile cracking, and, as a consequence a failure of the machine, or its units. The article is devoted to an actual problem of raising the constructional reliability of machines by raising the machinery parts' durability close to nearby different stress concentrators, and which is ensured by optimization of their transition surface shapes. The study of a stressed condition implicates an obvious ability of the developed method of machinery parts' shape optimization to lower stress concentration by 30...72%, thus raising the durability and fatigue longevity of the machine's parts.*

**Key words:** *concentrator of stresses; optimal designing; structural reliability.*

#### Authors:

**Dorodov Pavel Vladimirovitch** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Theoretical Mechanics and Material Resistance, Izhevsk State Agricultural Academy (9, Studencheskaya St., Izhevsk, Russian Federation, 426069, e-mail: [pvd80@mail.ru](mailto:pvd80@mail.ru)).

## ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ АВТОРСКИХ МАТЕРИАЛОВ

1. К публикации принимаются соответствующие основным научным направлениям журнала статьи, содержащие новые, ранее не опубликованные результаты научных исследований, разработки, готовые к практическому применению, а также материалы, представляющие познавательный интерес.

2. Автор предоставляет редакции журнала «Вестник Ижевской ГСХА» неисключительные права на статью для ее опубликования. Шаблон лицензионного договора размещен на странице журнала в сети Интернет (<http://izhgsha.ru>).

3. Рукопись статьи представляется непосредственно в редакцию журнала или присылается по почте (в т. ч. электронной) в виде компьютерной распечатки с приложением носителя (диск CD-R или CD-RW, USB-носитель) с записанным текстом (в формате Microsoft Word 2003 с расширением файла \*.rtf или \*.doc) и иллюстрационным материалом.

Статья должна содержать следующие структурные элементы: актуальность, цель, задачи, материал и методы, результаты исследования (желательно наличие иллюстративного материала: таблицы, рисунки), выводы.

4. Текст должен быть набран шрифтом Times New Roman. Размер шрифта 14 (для основного текста), 12 – для дополнительного текста (текста таблиц, списка литературы и т. п.). Междустрочный интервал для текста полуторный; режим выравнивания – по ширине, расстановка переносов – автоматическая. Формат бумаги А4 (210x297 мм). Поля: сверху, снизу, слева – 2,0 см, справа – 2,5. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту (1,27 или 1,5 см). Номера страниц ставятся внизу и посередине.

5. Таблицы должны быть созданы в Microsoft Word. Шрифт шапки таблицы – 11 (жирн.), текста таблицы – 12. Междустрочный интервал для таблиц одинарный. Ширина таблицы должна совпадать с границами основного текста, горизонтальные таблицы необходимо поместить в отдельные файлы.

6. Рисунки допускаются только черно-белые, штриховые, без полутонов и заливки. В рисунках необходимо предусмотреть 1,5-кратное уменьшение. Ширина рисунков – не более ширины основного текста. Дополнительно рисунки представляются в отдельных файлах в одном из следующих форматов: \*.jpeg, \*.eps, \*.tiff.

7. Все математические формулы должны быть тщательно выверены. Электронная версия представлена в формате Microsoft Equation 3.1.

8. Объем рукописи должен быть не менее 14 стандартных страниц текста, включая таблицы и рисунки.

9. Сведения об авторе должны содержать: фамилию, имя, отчество, ученую степень, ученое звание, должность, полное название организации – место работы каждого автора в именительном падеже, страна, город (на русском и английском языках); E-mail для каждого автора, корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов).

10. Название статьи приводится на русском и английском языках.

11. Аннотация приводится на русском и английском языках и повторяет структуру статьи: актуальность, цель, задачи, материал и методы, результаты исследования, выводы. Аннотация должна содержать не менее 200 слов.

12. Ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга запятой. Ключевые слова приводятся на русском и английском языках.

13. Статья должна быть подписана всеми авторами.

14. Пристатейный список литературы должен оформляться по ГОСТ 7.1–2003. В тексте статьи ссылки на литературу оформляются в виде номера в квадратных скобках на каждый источник. В список литературы желательно включать статьи из периодических источников: научных журналов, материалов конференций, сборников научных трудов и т. п., нельзя ссылаться на неопубликованные работы. Источники (не менее 7) в списке литературы размещаются строго в алфавитном порядке. Сначала приводятся работы авторов на русском языке, затем на других языках. Все работы одного автора необходимо указывать по возрастанию годов издания. Авторы несут ответственность за правильность данных, приведенных в пристатейном списке литературы, а также за точность приводимых в рукописи цитат, фактов, статистических данных. Пристатейный список литературы приводится на русском языке.

15. Статьи, оформленные с нарушением требований, рассматриваться и публиковаться не будут.

16. К статье прилагается рецензия (внешняя), составленная доктором наук по направлению исследований автора (формат jpg). Рецензия должна содержать: полное название статьи; должность автора статьи; его фамилию, имя, отчество; краткое описание проблемы, которой посвящена статья; степень актуальности предоставляемой статьи; наиболее важные аспекты, раскрытые автором в статье; рекомендацию к публикации; сведения о рецензенте (ученая степень, ученое звание, должность, место работы, фамилия, имя отчество, подпись, гербовая печать). Рецензирование всех научных статей обеспечивается редакцией. Рецензирование проводят члены редакционной коллегии или приглашенные редакцией рецензенты.

---

## AUTHORS' INSTRUCTIONS FOR ARTICLES SUBMISSION AND PUBLICATION

1. Articles submitted for publication should conform to the main scientific directions of the journal, contain previously unpublished results of original researches, developments which are ready for use in practical work, as well as the materials of cognitive interest.

2. The author gives non-exclusive rights for the article publication to the editorship of "Vestnik of Izhevsk SAA". A license agreement template is published on the journal website (<http://izhgsha.ru>).

3. Manuscripts should be presented to the editorial office directly or submitted by mail (e-mail) in the printed form with an electronic version of the article (Microsoft Word 2003, \*.rtf file or \*.doc file) on CD-R, CD-RW, Flash drive.

The article should include the following structural parts: relevance, the aim and tasks, materials and methods, research results (supporting data and illustrative material are desirable: tables, drawings), conclusions.

4. The print size type of the text is Times New Roman, font size 14 is for the main part, 12 – for the additional text (tables, literature references etc.). Line spacing is one-and-a-half; justified alignment; automatic hyphenation. The article must be printed on paper with format of A4 (210×297). The sidelines: above, below and left – 2 cm, right – 2.5 cm. The paragraph break must be the same in the whole text (1.27 or 1.5 cm). Page numbers are put in the centre below.

5. Tables must be executed in Microsoft Word. The font of table heading is 11 (bold), table texts – 12; single space. The width of the table must be the same as the main text lines, horizontal tables should be placed in a separate file.

6. Only black-and-white drawings, drawings in lines, without halftones and filling are allowed. It is necessary to provide for 1.5-fold reduction in the drawings. The drawing width must not be more than the width of the main text. In addition, the drawings are presented in separate files in one of the following formats: \*.jpeg, \*.eps, \*.tiff.

7. All mathematical formulae must be accurately adjusted. The electronic version should be provided in format Microsoft Equation 3.1.

8. The volume of the manuscript should not be less than 14 standard pages of the text including tables and drawings.

9. Information about the author should contain: the surname, first name and patronymic; science degree, academic rank, position, full name of organization – place of work of every author, city and country (in the

Russian and English languages); e-mail of every author, correspondent postal address and contact telephone number (may be one for all authors).

10. The title of the article is given in Russian and English.

11. The annotation of the article is given in Russian and English and it should reflect the structure of the article: relevance, the aim and tasks, materials and methods, research results, conclusions. The annotation should contain minimum 200 words.

12. Key words or word combinations are separated by semicolon. Key words are printed in Russian and English.

13. The article must be signed by all its authors.

14. The literature reference list of the article must be done according to the state standard GOST 7.0.1–2003. References to the resources of information in the text are indexed with numbers and given in square parentheses. The reference list should include articles from periodicals: peer-reviewed journals, conference proceedings, collection of scientific papers etc., unpublished papers should not be put on the literature reference list.

The reference sources (not less than 7) must be listed in the references in alphabetical order. First the papers of authors are given in Russian, further in other languages. All the papers of one author should be indexed in ascending order of the years of publishing.

The authors are responsible for the correctness of data given in the literature reference list of the article, as well as for the accuracy of citations, facts, statistical information provided in the manuscript. The literature reference list is printed in the Russian language.

15. Papers which do not conform to the requirements mentioned above shall not be taken for consideration, reviewing and publishing.

16. The article is enclosed with the review (external) of Doctor of Sciences in the author's research field (format jpg). The review should contain: a full title of the article; a position of the article's author, his/her surname, first name and patronymic; a brief description of the article's problem; a degree of relevance of the article; the most significant issues revealed by the author in the article; a recommendation for the article publication; information about the reviewer (science degree, academic rank, position and place of work, surname, first name and patronymic, signature, official stamp). Review of all scientific articles is provided by the editorial staff. The peer review is carried out by the editors or external reviewers.