

# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

**Н. Г. Ильминских, А. Ю. Жуков**

БУ УР «Дирекция ООПТ регионального значения УР»

## САДОВЫЕ НЕКОММЕРЧЕСКИЕ ТОВАРИЩЕСТВА (СНТ) И БИОРАЗНООБРАЗИЕ

Садовые некоммерческие товарищества (СНТ) в научном отношении почти не изучаются. В статистике землепользования это самое слабое звено. Изучены модельные выделы (участки ландшафта около 6 га) в окрестностях г. Елабуга и в городе, в том числе СНТ. Во флористическом отношении они ближе всего к частному сектору. Несмотря на посадки интродуцентов, СНТ по биоразнообразию беднее многих других городских модельных выделов и парциальных флор. Это объясняется сильным селективным воздействием человека. Предлагается перед ликвидацией СНТ и застройкой этой территории наиболее ценные древесно-кустарниковые виды и сорта пересаживать с комом земли на другие места. Транслокация будет способствовать сохранению биоразнообразия урбанофлоры.

**Ключевые слова:** садовые некоммерческие товарищества (СНТ); статистика СНТ; биоразнообразии; транслокация.

### Сведения об авторах:

**Ильминских Николай Геннадьевич** – доктор биологических наук, ведущий эколог БУ УР «Дирекция ООПТ регионального значения Удмуртской Республики» (426051, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. М. Горького, 73, e-mail: ngilminskikh@mail.ru).

**Жуков Андрей Юрьевич** – директор БУ УР «Дирекция ООПТ регионального значения Удмуртской Республики» (426051, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. М. Горького, 73, e-mail: udm.oopt@yandex.ru).

**Н. М. Кузьмина, А. В. Федоров**

Удмуртский ФИЦ УрО РАН

## БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА ГОРТЕНЗИЯ *HYDRANGEA* L. В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ИЖЕВСКА

Возрастающие объемы создания новых и реконструкция имеющихся рекреационных зон для отдыха населения приводит к увеличению спроса на декоративные деревья и кустарники, поэтому изучение биоэкологических особенностей видов и сортов *Hydrangea* является весьма актуальным. Цель работы – охарактеризовать различную степень адаптивности к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам окружающей среды 14 видов и сортов *Hydrangea* коллекции Отдела интродукции и акклиматизации растений и определить перспективность использования данных таксонов в озеленении городов Среднего Предуралья. Для оценки по декоративным признакам использована методика, разработанная сотрудниками ботанического сада г. Уфы. За основу взяты методические разработки по декоративности различных культур. Приводится характеристика метеорологических

условий в годы исследований (2019–2020 гг.). По результатам исследований в качестве наиболее перспективных претендентов для зеленого строительства в городах Среднего Предуралья было отмечено 7 представителей рода *Hydrangea*: гортензия метельчатая *Hydrangea paniculata* Ziebold – ‘Limelight’, ‘Pinky Winky’, ‘Wim’s Red’ и ‘Vanille Fraise’; гортензия пильчатая *Hydrangea macrophylla* ssp. *Serrata* (Thunb.) Makino – ‘Bluebird’; гортензия черешковая *Hydrangea petiolaris* Siebold & Zuss. сорт ‘Petiolaris’ и гортензия древовидная *Hydrangea arborescens* L. сорт ‘Annabelle’. Данные таксоны по результатам двух лет наблюдений (2019–2020) имели оценку декоративности от 50 до 73 баллов и отнесены ко II группе декоративности, зимостойкость (5 баллов). Отмечено, что неблагоприятные климатические условия (дефицит влаги, прохладный май и июнь 2020 г.) снизили среднюю оценку декоративности всей коллекции представителей рода *Hydrangea* на 10 баллов, что связано со снижением показателя качества цветения.

**Ключевые слова:** гортензия; коллекция; особенности произрастания; озеленение; цветводство; декоративность.

### **Сведения об авторах:**

**Кузьмина Надежда Михайловна** – старший научный сотрудник отдела интродукции и акклиматизации растений, Удмуртский Федеральный Исследовательский Центр УрО РАН (426067, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: kuzminal956@mail.ru).

**Федоров Александр Владимирович** – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела интродукции и акклиматизации растений, Удмуртский Федеральный Исследовательский Центр УрО РАН (426067, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: udmgardern@mail.ru).

**Т. Г. Леконцева<sup>1</sup>, А. В. Федоров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

<sup>2</sup>Удмуртский ФИЦ УрО РАН

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ВИНОГРАДА (*VITIS VINIFERA* L.) В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ**

Одной из проблем при возделывании винограда в условиях Среднего Предуралья является недостаточная сумма активных температур (САТ) и неблагоприятный температурный режим в отдельные периоды вегетации. Целью исследований было изучение температурного режима воздуха и почвы во время вегетационного периода в зависимости от способов размещения насаждений винограда. Закладка опыта была проведена на территории ботанического сада УдГУ в 2011 г., кусты винограда высажены по схеме 2,0 × 1,5 м в траншеи (контроль), на ровную поверхность и на гряды. Учеты и наблюдения проводились в 2019 г. Измерение температуры проводили 8 раз в сутки электронными термометрами TP-1: на нижней проволоке шпалеры, в 50 см над поверхностью почвы и в почве на глубине 10 см на удалении 20 см от основания куста. Сумма активных (10 °С) температур воздуха на винограднике в 2019 г. составляла 2033,5 °С, что соответствует требованиям для раннеспелых сортов винограда. Способ размещения насаждений винограда оказал существенное влияние на САТ почвы: на гряде она составила 2141,7 °С, на ровной поверхности и в тран-

шее – 2094,5 и 2090,2 °С соответственно. Таким образом, оптимальный вариант размещения кустов винограда на ровной поверхности и на гряде. При такой посадке виноградные кусты получают больше тепла, что способствует лучшему росту и развитию.

**Ключевые слова:** виноград; теплообеспеченность; сумма активных температур; ровная поверхность; гряда; траншея.

#### **Сведения об авторах:**

**Леконцева Татьяна Германовна** – аспирант кафедры плодовоовощеводства и защиты растений, Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: t.lekontseva@yandex.ru).

**Федоров Александр Владимирович** – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела интродукции и акклиматизации растений, Удмуртский Федеральный Исследовательский Центр УрО РАН (426067, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: udmgardern@mail.ru).

**А. В. Никитина, А. М. Ленточкин**  
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## **САДОВОДСТВО В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

Садоводство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства. Основная его функция – обеспечить население свежей высоковитаминной продукцией. Целью исследования явилось проведение анализа состояния и оценки перспектив развития садоводства в Удмуртской Республике. В ходе выполнения поставленной цели и задач применялся системный подход, использовались методы сравнения, систематизации и анализа данных. Основными источниками получения информации были труды отечественных и зарубежных ученых в области садоводства, данные Федеральной службы государственной статистики, нормативно-правовая база. Представлены результаты исследования состояния отрасли садоводства в Российской Федерации и Удмуртской Республике на современном этапе. Проанализирована динамика площадей плодово-ягодных насаждений, структуры валового сбора. Показано, что в настоящее время производство плодов и ягод приходится в основном на хозяйства населения, где этот показатель составляет в России – 64,2 %, а в Удмуртии – 95,0 %. В большинстве субъектов Российской Федерации встречается недостаток плодово-ягодной продукции, который напрямую зависит от экономико-географического положения и в каждом регионе он различный. Согласно рекомендациям по рациональному потреблению фруктов и ягод, норма на 1 человека в год составляет 90–100 кг. В Удмуртской Республике в последние годы потребление этого биологически ценного вида продуктов составило 57 кг. Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что для реализации серьезных задач Доктрины продовольственной безопасности в Российской Федерации имеется возможность в каждом регионе, в том числе и в Удмуртской Республике, внести в решение существующей проблемы определенный вклад, а для этого возникает необходимость обновления системы ведения садоводства, поиск приоритетных направлений совершенствования инновационно-инвестиционной деятельности в этой отрасли.

**Ключевые слова:** садоводство, многолетние насаждения, площадь садов, валовой сбор, потребление плодов и ягод.

### Сведения об авторах:

**Никитина Анна Викторовна** – ассистент кафедры плодоовощеводства и защиты растений, Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Кирова, 16, e-mail: anya-mashkovceva@yandex.ru).

**Ленточкин Александр Михайлович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры плодоовощеводства и защиты растений, Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Кирова, 16, e-mail: lenalmih@mail.ru).

**Е. Н. Сомова, М. Г. Маркова**

Удмуртский ФИЦ УрО РАН

## КЛОНАЛЬНОЕ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

Исследовалась оптимизация условий культивирования *in vitro* жимолости синей и малины. Работу выполняли в 2016–2019 гг. Для инициации эксплантов контрольной для всех культур была среда Мурасиге-Скуга ( $\frac{1}{2}$  MS), дополнительно использовали: жимолости –  $\frac{1}{2}$  MS модифицированную с уменьшенным, по сравнению с базовой MS, содержанием  $\text{NH}_4$  на 15 %, WoodiPlantMedium ( $\frac{1}{2}$  WPM); малины – Quoirin-Lepoivre ( $\frac{1}{2}$  QL) и  $\frac{1}{2}$  Андерсона. На этапах микроразмножения и укоренения изучали действие светодиодных фитооблучателей (СД-облучатель) с сочетанием в спектре красного, синего и белого света 2:1:1, 1:1:1, 2:1 соответственно, СД-облучателей с меняющимся спектром и мигающего. Выживаемость эксплантов жимолости составила 62,2 % (27,9 % к.) на среде  $\frac{1}{2}$  WPM, при использовании СД 2К:1С:1Б достигнут наибольший коэффициент размножения (КР) 5,1 (2,6 к.) на MS мод. + 6-БАП 1,0 мг/л + кинетин 0,5 мг/л и высокая укореняемость жимолости 89,0 % (76,0 % к.) на MS мод.+ИМК 0,5 мг/л. Культивирование малины красной на QL+6-БАП 1,0 мг/л + ГК 0,5 мг/л и облучение СД 2К:1С:1Б обеспечили КР 5,3 (2,7 к.), добавление в QL ИМК 0,5 мг/л + НВ-101 100мкл/л и облучение СД 1К:1С:1Б способствовало 100 % укореняемости. Внесение в QL 6-БАП 1,0 мг/л + ИМК 0,2 мг/л + ГК 0,5 мг/л и освещение СД 1К:1С:1Б увеличили КР малины ремонтантной в 1,6 раза (с 2,6 до 4,1), а использование QL+ИМК 0,5 мг/л + НВ-101 50 мкл/л и СД 2К:1С:1Б повысило ее укореняемость до 96 % (67 % к.).

**Ключевые слова:** Жимолость синяя (*Lonicera caerulea*), малина обыкновенная (*Rubus idaeus*), клональное микроразмножение, светодиодный фитооблучатель.

### Сведения об авторах:

**Сомова Елена Николаевна** – старший научный сотрудник, Удмуртский Федеральный Исследовательский Центр УрО РАН (426067, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru).

**Маркова Марина Геннадьевна** – научный сотрудник, Удмуртский Федеральный Исследовательский Центр УрО РАН (426067, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru).

А. В. Федоров<sup>1</sup>, Д. А. Зорин<sup>1</sup>, Г. А. Солтани<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Удмуртский ФИЦ УрО РАН

<sup>2</sup>ФГБУ «Сочинский национальный парк»

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИВИВКИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ СОСЕН В РОССИИ

Быстрота размножения и выращивания разных видов сосен зависит от способов и эффективности из размножения. По причине плохого укоренения черенков большинства видов сосен основным и одним из эффективных способов вегетативного размножения является прививка. В настоящее время коллекция сосен сочинского «Дендрария» сокращается. Причинами являются возраст растений и ухудшение условий произрастания. Репродукция семенным путем осложнена, поэтому был проведен эксперимент по размножению вегетативным способом. Цель настоящих исследований – изучение фундаментальных основ использования прививки в роде *Pinus* в целях интродукции и сохранения биоразнообразия в условиях Удмуртии и г. Сочи. Выявлено, что при прививках видов сосен хорошую совместимость с сосной обыкновенной в условиях Удмуртии проявили: *Pinus nigra*, *Pinus peuce*. Ниже приживаемость была у *Pinus mugovar. pumilio* и *Pinus banksiana*. Успешный результат в г. Сочи был получен в 8 вариантах (привой-подвой): *Pinus sabiniana* – *Pinus sylvestris*; *Pinus parviflora* cv. *Glauca* – *Pinus parviflora*; *Pinus parviflora* cv. *Glauca* – *Pinus koraiensis*; *Pinus* × *hunnewellii* – *Pinus koraiensis*; *Pinus* × *hunnewellii* – *Pinus elliottii*; *Pinus* × *schwerinii* – *Pinus elliottii*; *Pinus sylvestris* cv. *Fastigiata* – *Pinus tabuliformis*; *Pinus gerardiana* – *Pinus thunbergii*.

**Ключевые слова:** сосны; биоразнообразие; национальная коллекция; интродукция; метод родовых комплексов; прививка; привойно-подвойная комбинация.

### Сведения об авторах:

**Федоров Александр Владимирович** – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела интродукции и акклиматизации растений, Удмуртский Федеральный Исследовательский Центр УрО РАН (426067, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: udmgardern@mail.ru).

**Зорин Денис Александрович** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела интродукции и акклиматизации растений, Удмуртский Федеральный Исследовательский Центр УрО РАН (426067, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: zor-d@udman.ru).

**Солтани Галина Александровна** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Сочинский национальный парк (354002, Российская Федерация, г. Сочи, Курортный пр., 74, e-mail: soltany2004@yandex.ru).

## ЧАЙНО- ГИБРИДНЫЕ РОЗЫ В КОЛЛЕКЦИИ ОТДЕЛА ИНТРОДУКЦИИ И АККЛИМАТИЗАЦИИ РАСТЕНИЙ УДМФИЦ УРО РАН

Садовые сорта роз прихотливы к условиям внешней среды и не во всех регионах могут успешно расти, поэтому при их интродукции возникает необходимость всестороннего изучения с целью выявления перспективных для условий региона сортов роз. Интродукционное изучение сортов чайно-гибридных роз проводилось в коллекции Отдела интродукции и акклиматизации растений УдмФИЦ УрО РАН. Коллекция корнесобственных роз заложена в 2018 г., изучаемая группа чайно-гибридных сортов насчитывает 4 наименования. Проводились фенологические наблюдения, оценка устойчивости к болезням и вредителям. По комплексу декоративных качеств оценивалась перспективность сортов. По продолжительности цветения можно выделить сорта *Angelique*, *Troika* (127 дней). Всего на розах в течение вегетационного периода отмечено 2 возбудителя болезней. Наибольшее поражение болезнями наблюдали у сортов *Prestige*, *Angelique* (4–5 баллов поражение), а наименьшая степень поражения отмечена у сорта *France Info* по 1 баллу. Для оценки декоративности предлагается использовать 7 признаков. Для оценки перспективности использования сортов розы учитывать следующие признаки: устойчивость к болезням и вредителям и суммарная декоративность.

Наиболее декоративными сортами по суммарной оценке являются сорта *Troika*, *Angelique*, данные сорта отнесены к 1 классу перспективности, рекомендуемые для использования в декоративном садоводстве без ограничений по традиционной технологии выращивания.

**Ключевые слова:** роза; группа чайно-гибридная; сорта; фенология; фазы развития; болезни; перспективность.

### Сведения об авторах:

**Черемных Екатерина Николаевна** – младший научный сотрудник отдела интродукции и акклиматизации растений, Удмуртский Федеральный Исследовательский Центр УрО РАН (426067, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: ekatcherr@gmail.com).

**Ардашева Ольга Альбертовна** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела интродукции и акклиматизации растений, Удмуртский Федеральный Исследовательский Центр УрО РАН (426067, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34).

**Федоров Александр Владимирович** – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела интродукции и акклиматизации растений, Удмуртский Федеральный Исследовательский Центр УрО РАН (426067, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: udmgardern@mail.ru).

Н. П. Кондратьева, Р. И. Корепанов, Д. В. Бузмаков, И. Р. Ильясов  
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОДИОДНЫХ RGB ФИТООБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МИКРОКЛОНАЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ

Дана оценка эффективности светодиодных RGB фитооблучательных установок при выращивании микроклональных растений жимолости и винограда. Нами были проведены испытания на базе микроклональной лаборатории УдмФИЦ УрО РАН на микроклональных культурах жимолости «Восторг» и винограда «РФ 48». Растения выращивались при температуре  $25 \pm 2$  °С на протяжении 30 дней – для этапов накопления площади листьев и наращивания корней, и на этапе адаптации – 25 дней. Основным критерием эффективности являлся показатель площади зеленых листьев. Измерения осуществлялись каждые 5 дней. Площадь листьев каждого микроклонального растения, расположенного в пробирке, измерялась в двух проекциях с трехкратной повторностью. С помощью полученных данных были построены математические зависимости, описывающие нарастание площади листьев. Полученные математические зависимости позволили нам разработать математические модели, которые показывают скорость прироста зеленой массы растений в зависимости от влияния различных спектров разработанных фитооблучательных установок, на каждом этапе при выращивании винограда и жимолости. Критерием эффективности облучения меристемных растений принимается максимум прироста зеленой массы растений. Наиболее эффективной оказалась ФОУ  $1_{\text{отрэкp}}$  на всех этапах выращивания винограда «РФ 48» и жимолости «Восторг», кроме этапа высаживания в грунт винограда «РФ 48», где наиболее эффективной оказалась ФОУ  $2_{\text{yf}}$ . Для проведения оценки эффективности светодиодных RGB фитооблучательных установок нами была доработана формула эксергии излучения И. И. Свентицкого с учетом спектрального коэффициента пропускания монохроматического излучения, т.к. растения находятся в стеклянных пробирках. Данная формула позволяет определить экономически эффективную энергию, измеряемую в Вт/(мм<sup>2</sup>×рубль). Анализ расчета экономически эффективной энергии при выращивании винограда «РФ 48» показывает, что на этапах наращивания корней и накопления площади листьев ФОУ  $1_{\text{отрэкp}}$  имеет наибольшую полезную активную энергию, а на этапе высаживания в грунт наибольшую полезную активную энергию имеет ФОУ  $2_{\text{yf}}$ . При выращивании жимолости «Восторг» на всех трех этапах ФОУ  $1_{\text{отрэкp}}$  имеет наибольшую полезную активную энергию.

**Ключевые слова:** микроклональные растения; фитооблучательные установки; эксергия; фотосинтетически активная радиация; светодиоды; экономически эффективная энергия.

#### Сведения об авторах:

**Кондратьева Надежда Петровна** – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Автоматизированный электропривод», Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aep\_isha@mail.ru).

**Корепанов Роман Игоревич** – кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники, электрооборудования и электроснабжения, Ижевская государственная сельско-

хозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: romakorepanov@yandex.ru).

**Бузмаков Даниил Васильевич** – аспирант кафедры «Автоматизированный электропривод», Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aer\_isha@mail.ru).

**Ильясов Ильнур Равильевич** – аспирант кафедры «Автоматизированный электропривод», Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: aer\_isha@mail.ru).

**В. И. Ширококов, С. Н. Шмыков, В. А. Баженов, В. Ф. Первушин**  
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОКРОГО ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯ ДЛЯ ДРОБИЛОК ЗЕРНА**

Проведено исследование экспериментальной установки для отделения пыли из пневмосистемы молотковых дробилок зерна. Наиболее распространенными устройствами для улавливания пыли являются циклоны, которые широко применяют для сухой очистки воздуха от всех видов пыли. В дробилках зерна наряду с циклонами для улавливания пыли применяются тканевые фильтры. Эффективность очистки воздуха в рукавных тканевых пылеуловителях в основном зависит от свойств фильтровальной ткани. Существующие пылеуловители полностью не удовлетворяют требованиям к очистке воздуха от пыли из-за недостаточно высокой их эффективности. Поэтому повышение эффективности работы существующих и новых, более эффективных устройств для отделения или улавливания пыли, является актуальной задачей.

Для проведения исследований изготовлена экспериментальная установка. Экспериментальные исследования процесса работы пылеуловителя были проведены с использованием методов однофакторного эксперимента.

В результате проведенных исследований установлено, что полученные уравнения аппроксимации с достаточной достоверностью позволяют решить ряд инженерных задач при проектировании пылеуловителей для конкретных дробилок; предельная минимальная частота вращения составляет  $7,5 \text{ с}^{-1}$  (447 об./мин.), что соответствует концентрации пыли в жидкости пылеуловителя – 36,8 %; уровень жидкости в пылеуловителе линейно увеличивается с увеличением концентрации пыли в ней; высота лопастей, определенная по уравнениям аппроксимации для предельной концентрации пыли 36,8 %, должна составлять не менее 0,002 м; исходя из лабораторных исследований, при проектировании пылеуловителя для дробилки типа КДМ с диаметром лопастей мешалки, равной диаметру воздуховода 0,15 м, минимальная частота вращения лопастей не должна быть ниже  $4,15 \text{ с}^{-1}$ .

**Ключевые слова:** пылеуловитель; дробилки зерна; эффективность; вентилятор; мешалка; напор; плотность жидкости; модель.

### **Сведения об авторах:**

**Ширококов Владимир Иванович** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт машин», Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, e-mail: vlh150@yandex.ru).

**Шмыков Сергей Николаевич** – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт машин», Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, e-mail: fos1973@yandex.ru).

**Баженов Владимир Аркадьевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированный электропривод», Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, e-mail: aep\_isha@mail.ru).

**Первушин Владимир Федорович** – доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация и ремонт машин», Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, e-mail: pervushin54@mail.ru).

**А. Г. Ипатов<sup>1</sup>, Е. В. Харанжевский<sup>2</sup>, К. Г. Волков<sup>1</sup>, С. Н. Шмыков<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Удмуртский государственный университет

## **МЕХАНИЗМ ПРИСПОСОБЛИВАЕМОСТИ КЕРАМИЧЕСКИХ СОПРЯЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ КАРБИДА БОРА В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ СКОРОСТЕЙ ТРЕНИЯ**

Высокая термостойкость и химическая нейтральность керамических структур обеспечивают возможность их эксплуатации в подшипниковых сопряжениях при высоких температурах и кинематических режимах. Полноценная информация о стабильности трибологических свойств и механизмах адаптации керамических сопряжений в условиях высоких скоростей и температуры отсутствует. В данной работе нами исследовано состояние трибологических характеристик тонких керамических покрытий на основе карбида бора в условиях высоких скоростей трения и температур. Для реализации поставленной цели разработана методика проведения трибологических исследований в условиях высоких скоростей трения, динамического нагружения и отсутствия интенсивной смазки. Анализ формирования трибопленки в условиях высоких скоростей трения выявили на основе динамики изменения коэффициента трения.

В результате трибологических исследований выявили противоположную динамику изменения коэффициента трения в керамическом сопряжении при скоростях 6 м/с в сравнении со стандартным сопряжением на основе закаленной стальной поверхности: для керамических покрытий наблюдается скачкообразное снижение коэффициента трения с выделением большого количества тепла. Выделяемая энергия синтезирует в зоне контакта устойчивую трибопленку на основе борной кислоты, что и обеспечивает значительное снижение коэффициента трения. Формирование трибопленки происходит лишь при температурах свыше 250 °С, что достигается за счет высокой скорости трения и динамического нагружения. Полученные результаты подтверждают наши предположения о возможности синтеза трибопленок при значительном отклонении от рекомендуемых параметров эксплуатации. Результаты исследований имеют высокую практическую значимость и могут быть использованы при проектировании тяжелонагруженных и высокоскоростных подшипниковых сопряжениях.

**Ключевые слова:** керамическое покрытие; коэффициент трения; карбид бора; высокая температура; самоорганизация структуры.

### **Сведения об авторах:**

**Ипатов Алексей Геннадьевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт машин», Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, e-mail: Ipatow.al@yandex.ru).

**Харанжевский Евгений Викторович** – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией, Удмуртский государственный университет (426034, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 1, e-mail: eh@udsu.ru).

**Волков Кирилл Георгиевич** – аспирант кафедры «Эксплуатация и ремонт машин», Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, e-mail: wolkow-kirill@mail.ru).

**Шмыков Сергей Николаевич** – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт машин», Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, 9, e-mail: sergei-natali@mail.ru).