

На правах рукописи



Сергеева Ирина Салаватовна

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ
В УРБОЭКОСИСТЕМАХ ВОРОНЕЖСКОГО ПРИХОПЕРЬЯ**

03.02.08 – Экология (биология)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Саратов – 2020

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Научный руководитель доктор биологических наук, доцент
Ларионов Максим Викторович

Официальные оппоненты: **Кавеленова Людмила Михайловна**
доктор биологических наук, профессор,
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский
университет имени академика С.П. Королева»,
заведующий кафедрой экологии, ботаники и
охраны природы

Рысин Сергей Львович
кандидат биологических наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Главный ботанический сад им.
Н.В. Цицина Российской академии наук, ведущий
научный сотрудник лаборатории дендрологии

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Удмуртский государственный университет»

Защита состоится «___» _____ 2021г. в ___ часов на заседании
диссертационного совета Д 212.025.07 при ФГБОУ ВО «Владимирский
государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая
Григорьевича Столетовых» по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87,
ВлГУ, корп. 1, ауд. 335.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ВлГУ и на сайте
<http://diss.vlsu.ru/>

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, можно
присылать по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ВлГУ, кафедра
биологии и экологии.

Автореферат разослан «___» _____ 202_г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Кулагина Екатерина Юрьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Постепенно наступает осознание важности решения экологических проблем. Ведущая роль в обеспечении насаждениями средообеспечивающих и эколого-регулирующих функций в населенных пунктах принадлежит древесным растениям. Ввиду дефицита сведений о них в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья очевидна необходимость их комплексной экологической характеристики.

Степень разработанности темы. Существенный вклад в развитие теории и практики экологии древесных растений в техногенной среде произрастания внесли В.С. Николаевский, Е.Н. Мозолевская, О.А. Неверова, Л.М. Кавеленова, О.В. Чернышенко [Николаевский, 1999; Мозолевская, 2002; Кавеленова, 2003; Неверова, 2004; Чернышенко, 2018] и ряд других ученых. Современные исследования, посвященные выявлению и раскрытию адаптационных возможностей и жизнеспособности древесных растений в трансформированных условиях, в наибольшей степени выполнены на примере крупных и крупнейших городов [Якубов, 2006; Малыхина и др., 2009; Шихова, 2010; Гаврилин, 2012], больших промышленных объектов и центров [Кулагин, 2006; Ибрагимова и др., 2016; Логвинов и др., 2016; Чернышенко, Васильев, 2019]. Рядом ведущих исследователей отмечается, что в определении биоэкологического потенциала древесных растений и образуемых ими насаждений в городах, большое значение принадлежит изучению толерантности древесных растений к лимитирующим экологическим факторам [Козловский и др., 2000; Бабич и др., 2008; Абаимов и др., 2011] и, в том числе к агрессивным условиям урбаноcреды [Жидкова, 2002; Кавеленова и др., 2007; Гонтарь и др., 2013; Залывская, Бабич, 2014; Данилова, Сабарайкина, 2018].

Детальные исследования толерантности и состояния древесных растений в городских насаждениях Воронежской области проводились преимущественно в ее областном центре [Давыдова, 2013; Трегубов и др., 2014; Попова и др., 2019]. Значительный объем исследований данного направления выполнен на территории дендропитомников г. Воронеж [Отчет о научно-исследовательской..., 2012; Мелькумов, 2014]. Рядом воронежских исследователей определено, что лимитирующими средовыми факторами для древесных растений в районе Воронежа являются низкие температуры в зимний и дефицит осадков в летний периоды [Михеева, Федорова, 2011; Баранова и др., 2012; Попова и др., 2016]. В то же время очевидны существенные различия в природно-климатических условиях в разных частях Воронежской области. В частности, Воронежское Прихоперье в большей мере подвержено аридным, в том числе суховеиным явлениям, свойственным степной зоне в пределах области. Соответственно, в теоретическом и практическом отношении необходимо иметь представление об особенностях адаптаций, декоративности, состоянии и устойчивости представителей этой группы растений в урбоэкосистемах данной территории.

Несмотря на значительный накопленный опыт в отечественных и зарубежных исследованиях по экологии древесных растений [Bassuk, Whitlow, 1988; Zeqir, 2005; Straigyte et al., 2009; Залывская, Бабич, 2012; Beatley, Laurian, 2012; Витченко, Крылович, 2013; Евсеева, 2014; Герасимова и др., 2016;

Lyubenova et al., 2016; Gorelov, Gorelov, 2017; Бебия и др., 2018; Kostić et al., 2019], не достаточно проработаны подходы к комплексной экологической характеристике состояния и устойчивости этой группы организмов в урбоэкосистемах ввиду специфичности самой городской среды и антропогенно-деградационных факторов при разных вариантах функционального зонирования, а также из-за значительных различий в природно-климатических условиях. Данные аспекты могут существенно влиять на жизненные циклы, устойчивость древесных растений и на формирование ими вертикальной и экологической структуры растительных сообществ.

Проблематика исследований заключается в комплексной экологической характеристике биоэкологического потенциала этих организмов в почвенно-климатических и антропогенных условиях урбано-среды Воронежского Прихоперья. Необходимо раскрыть, каким образом проявляется состояние и устойчивость древесных растений в зависимости от структурно-функциональных особенностей поселений и совокупных уровней антропогенных нагрузок в районе исследований.

Цель исследований – определить особенности адаптаций и состояния древесных растений и выполнить их комплексную экологическую характеристику в урбоэкосистемах при разных вариантах функциональной организации населенных пунктов Воронежского Прихоперья.

Задачи исследований:

1. Изучить и проанализировать видовой состав древесных растений и соотношение их жизненных форм в населенных пунктах Воронежского Прихоперья.

2. Установить спектр адаптаций древесных растений к окружающей среде района исследований с учетом его почвенно-климатических условий.

3. Определить санитарные параметры древесных растений в урбоэкосистемах на функционально различных территориях.

4. Диагностировать особенности и мощность антропогенной нагрузки на окружающую среду района исследований.

5. Выполнить мониторинг и экологическую характеристику жизненного состояния древесных растений дифференцированно функциональным зонам поселений.

6. Выявить значения экологической устойчивости древесных растений в урбоэкосистемах района исследований и осуществить их комплексный анализ.

Научная новизна работы. Изучен видовой состав древесных растений, причем для г. Новохоперск, г. Поворино, п. г. т. Грибановский впервые, для г. Борисоглебск – уточнен. В Новохоперске зарегистрировано 163 вида древесных растений, относящихся к 76 родам и 32 семействам; в Борисоглебске – 149 видов из 71 родов и 29 семейств; в Грибановском – 103 вида из 55 родов и 25 семейств; в Поворино – 110 видов из 60 родов и 25 семейств.

Проанализирована географическая структура древесных насаждений. Определен характер морфологических адаптаций древесных растений на основе идентификации жизненных форм и анализа их спектра дифференцированно урбанизированным территориям Воронежского Прихоперья.

Установлен спектр адаптаций древесных растений к городской среде района исследований посредством их идентификации и анализа соотношения экологических групп по отношению к важнейшим лимитирующим почвенно-климатическим факторам. Определены пределы экологической толерантности древесных растений к лимитирующим факторам Воронежского Прихоперья.

Получены и проанализированы значения декоративности у данных организмов в населенных пунктах района исследований. Определены значения повреждающих древесные растения биотических, абиотических и антропогенных воздействий дифференцированно городским поселениям и их организационно-функциональным категориям. Это позволило выделить тренды изменения комплекса санитарных параметров по урбанизированным территориям.

Особенности экологической обстановки в поселениях района исследований диагностированы по данным выполненного экомониторинга окружающей среды и комплексной оценки антропогенной нагрузки. Выделены уровни совокупной антропогенно-техногенной нагрузки на экосистемы в пределах разных функциональных зон и, в среднем, по населенным пунктам.

Исследование и экологическая характеристика жизненности древесных растений позволили выявить уровни их ослабления в соответствии с мощностью антропогенно-техногенной нагрузки в функционально различных территориях городских поселений. Составлены ряды жизненного состояния древесных растений по функциональным зонам и поселениям. Определена корреляционная зависимость параметров жизненного состояния древесных растений и значений антропогенно-техногенной нагрузки.

На основе всего материала исследований разработаны комплексный подход и диагностические критерии в анализе экологической устойчивости древесных растений, позволившие в интегрированном виде осуществить анализ биоэкологического потенциала данных организмов в районе исследований. С помощью данного методического подхода выявлены и проанализированы различия в экологической устойчивости древесных растений в урбоэкосистемах.

Приведенные работы выполнены впервые для района исследований.

Теоретическая значимость работы. Разработанный и реализованный подход комплексного анализа экоустойчивости древесных растений может иметь существенное значение в качестве системной научно-методической основы мониторинга состояния зеленых насаждений в условиях техногенно преобразованной среды. Он необходим для дальнейшего развития идеи комплексной оценки экологических параметров древесных растений в современных городах.

Практическая значимость. Материал работы может использоваться специалистами служб по инвентаризации и мониторингу насаждений городов и поселков для выявления ослабленных растений, а также на основе этих данных – для проработки мер по улучшению их состояния, устойчивости и для озеленения.

Методология и методы исследований базировались на трудах ведущих зарубежных и отечественных ученых в области экологии древесных растений в условиях городских экосистем. В решении поставленных задач использованы

общепринятые и современные методы изучения и анализа адаптационных возможностей, состояния и устойчивости древесных растений в урбоэкосистемах.

Положения, выносимые на защиту:

1. Экологическая характеристика древесных растений предоставила возможность дифференцировать показатели их адаптационного потенциала в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья, в целом, свидетельствующие о приспособленности этих организмов к местным условиям.

2. Установленные уровни совокупной антропогенной нагрузки на окружающую среду населенных пунктов района исследований обуславливают соответствующие параметры ослабления состояния древесных растений дифференцированно поселениям и их функциональным зонам.

3. Комплексный экологический анализ древесных растений, учитывающий их толерантность к средовым факторам, санитарные показатели и состояние в урбоэкосистемах, позволил выявить определенные различия в их устойчивости в зависимости от видовой принадлежности, функциональных и экологических особенностей мест произрастаний, что может служить основой экомониторинга насаждений локального и регионального уровней в районе исследований.

Достоверность исследований обеспечена большим объемом проработанной специальной отечественной и зарубежной литературы, значительным собранным и проанализированным материалом в период 2011–2019 гг. Результаты статистически обработаны, с использованием программы MS Excel 2018. Реализованы исследования в доверительном интервале 95%.

Личный вклад автора. Автором самостоятельно выполнены исследования, обработаны и проанализированы их результаты, обоснованы основные положения работы и обобщены выводы.

Апробация результатов. Результаты и выводы доложены на 6 международных и 7 всероссийских научно-практических конференциях.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 29 работ, из них 7 статей – в изданиях Перечня ВАК РФ, одна статья – в издании, входящем в международные базы цитирования Scopus и Web of Science, и еще одна статья – в издании, входящем в международную базу цитирования Scopus.

Структура и объем диссертации. Работа включает введение, 5 глав, выводы, список литературы, приложения. Диссертация занимает 179 страниц печатного текста с 14 таблицами, 35 рисунками, включая 30 страниц приложений с 27 таблицами, 15 рисунками. Изучено и использовано 234 источника научной литературы, включительно 42 источника на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО РАССМАТРИВАЕМОЙ ПРОБЛЕМЕ

В основном экология древесных растений изучается в крупных городах [Jim, 2001; Кавеленова, 2003; Nikolaevskii, Yakubov, 2003; Гудзенко, 2016], как и в Воронежской области – в областном центре [Успенский, 2013; Давыдова, 2014; Трегубов и др., 2014] и его окрестностях [Михеева, 2004; Гурьева, 2013].

Недостаточно данных по экологии этих растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья.

Глава 2. АНАЛИЗ ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОРОНЕЖСКОГО ПРИХОПЕРЬЯ

Воронежское Прихоперье расположено на северо-востоке Воронежской области, в степной и лесостепной зонах [Атлас Воронежской области, 1994], в подзоне чернозема обыкновенного [Чевердин, 2009]. Холодные зимы чередуются с жарким, засушливым летом. Осадков выпадает от 500 [Попова и др., 2016] до 300–400 мм в год [Воронежский центр по гидрометеорологии..., 2020].

Глава 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В РАБОТЕ

Объектами исследований являлись древесные растения в Новохоперске, Борисоглебске, Поворино и Грибановском.

Учет видового состава и обследования древесных насаждений проведены маршрутным методом [Лемеза, Джус, 2008; Николаевский, Якубов, 2008], детальные исследования – методом пробных площадей [Методические рекомендации..., 1981; Лозовой, Гладышева, 1991].

Идентифицировалась видовая принадлежность растений [Киселева и др., 2010; Коновалова, Шевырева, 2010; Валягина-Малюткина, 2012; Баженов и др., 2013; Маевский, 2014]. Выполнен их географический [Шеляг-Сосонко, Дидух, 1983; Иванов, 2001] и биоморфологический анализ [Серебряков, 1962; Березуцкий, 2000; Соколова, 2004].

Растения распределялись на экологические группы к абиотическим условиям [Богданов, 1974; Цыганов, 1983; Соколова, 2004; Матвеев, 2006]. Устанавливались их зимостойкость [Лапин и др., 1979; Арестова, Арестова, 2017]; морозоустойчивость [Колесников, 1974] по разработанной шкале – 21–25 (высокая), 16–20, 11–15, 6–10 и 1–5 баллов (крайне низкая); засухоустойчивость с учетом рекомендаций [Козловский и др., 2000].

Определялись декоративность [Бабич и др., 2008], поврежденность [Шихова, 2001; Шихова, Полякова, 2006, 2011], жизненное состояние (ЖС) древесных растений [Алексеев, 1989; Шихова, Полякова, 2003].

Изучалась захламленность и уплотненность почв [Методические указания..., 2003], особенности и плотность дорожно-тропиночной сети (ДТС) [Боговая, Теодоронский, 1990; ОСТ 56-100-95. Методы..., 1995], интенсивность движения пешеходов [Методические рекомендации..., 1977; Лобанов, 1990] и автотранспорта [Лобанов, 1990; Пугачёв, 2005]. Антропогенная нагрузка диагностировалась по разработанной шкале: 41–50 – высокая, 31–40 – умеренная, 21–30 – низкая, <20 баллов – крайне низкая.

Методический подход комплексного экоанализа древесных растений разработан с учетом рекомендаций [Бабич и др., 2008, Кузнецов, 2009; Залывская, Бабич, 2012]. В анализ включены данные о: 1) сохранении жизненной формы (ЖФ), 2) требовательности к элементам питания в почвах, 3) к освещенности, 4) к увлажненности, 5) к условиям тепла, 6) морозоустойчивости,

7) устойчивости к засухе и перегреву, 8) декоративности, 9) уровне биологической (вредителями, болезнями) и механической поврежденности, 10) ЖС. Составлена шкала экологической устойчивости растений: 76–100 – высокая, 51–75 – средняя, <50 баллов – низкая.

Результаты статистически обработаны [Пузаченко, 2004] с помощью MS Excel 2018.

Глава 4. АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ И СПЕКТРА ИХ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ В УРБЭКОСИСТЕМАХ ВОРОНЕЖСКОГО ПРИХОПЕРЬЯ

Зарегистрировано видов древесных растений: в Новохоперске 163 из 76 родов и 32 семейств, в Борисоглебске – 149 из 71 рода и 29 семейств, в Грибановском – 103 из 55 родов и 25 семейств, в Поворино – 110 из 60 родов и 25 семейств. Ведущее значение в этих поселениях принадлежит видам европейско-азиатской (26,4; 25,5; 32,0; 30,9), североамериканской (23,9; 22,8; 17,5; 20,9), азиатской (20,8; 24,1; 18,4; 18,2) и европейской (17,2; 14,8; 18,4 и 17,3%) групп.

Структурно-функциональную основу насаждений составляют летнезеленые деревья выше и ниже 10 м: 49,0, 50,0, 47,6, 44,5%. У древесных растений развиты жизненные формы, близкие к таковым в естественных условиях.

ГЛАВА 5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УРБЭКОСИСТЕМАХ ВОРОНЕЖСКОГО ПРИХОПЕРЬЯ

5.1. Экологические группы древесных растений

В адвентивной фракции древесных насаждений доминируют кенофиты, эргазиолипофиты, колонофиты. В Новохоперске эргазиолипофитов произрастает 41,8, в Борисоглебске – 39,8, в Грибановском – 33,9, в Поворино – 23,5%. Лидирующее положение в поселениях этих принадлежит: мезотрофам – 85,3, 85,3, 83,5 и 84,5%; мезофитам – 77,9, 77,2, 76,6 и 78,2%; гелиофитам – 74,9, 73,2, 70,9 и 69,1%; материковым полибионтам с контрастоморфой оК, мК, оU, mU (32,2%) и ортополибионтам с контрастоморфой оМ, mM, ok, mk (21,2%).

5.2. Толерантность древесных растений к температурным условиям и дефициту влаги

Установлена зимостойкость у распространенных видов (табл. 1).

Таблица 1 – Зимостойкость древесных растений (2011–2019 гг.)

Виды растений	Баллы	Зимостойкость
<i>Picea obovata</i>	24,5	высокая
<i>P. canadensis</i>	23,7	
<i>Pinus sylvestris</i>	22,8	
<i>Picea pungens</i>	21,4	
<i>Thuja occidentalis</i>	20,9	
<i>Betula alba</i>	20,6	
<i>B. pendula</i>	20,1	
<i>Picea abies</i>	19,8	
<i>Salix acutifolia</i>	19,5	
<i>Tilia cordata</i>	19,2	

<i>Populus balsamifera</i>	18,9	повышенная	
<i>T. platyphyllos</i>	18,7		
<i>Acer tataricum</i>	18,4		
<i>Padus avium</i>	18,1		
<i>Salix fragilis</i>	17,6		
<i>A. saccharinum</i>	17,3		
<i>Ulmus glabra</i>	17,1		
<i>U. minor</i>	16,8		
<i>Quercus robur</i>	16,5		
<i>A. platanoides</i>	16,2		
<i>Fraxinus excelsior</i>	15,9		
<i>Cerasus fruticosa</i>	15,7		
<i>Sorbus aucuparia</i>	15,4		
<i>Malus sylvestris</i>	14,8		умеренная
<i>Populus nigra</i>	14,5		
<i>P. pyramidalis</i>	13,9		
<i>U. laevis</i>	13,6		
<i>F. pennsylvanica</i>	13,2		
<i>Alnus glutinosa</i>	12,9		
<i>U. pumila</i>	12,7		
<i>Salix caprea</i>	12,3		
<i>Acer campestre</i>	12,1		
<i>A. negundo</i>	10,7	слабая	
<i>P. bolleana</i>	10,3		
<i>Aesculus hippocastanum</i>	4,8	низкая	

Большинство видов (19) обладало повышенной и умеренной (9) зимостойкостью.

Из исследованных растений (приведены в табл. 1) к высоко морозоустойчивым отнесены: *Picea obovata* (24,9), *Betula alba* (24,2), *Picea abies* (23,6), *Populus balsamifera* (23,1), *Pinus sylvestris* (22,8), *Picea pungens* (22,4), *P. canadensis* (21,9), *B. pendula* (21,5), *Thuja occidentalis* (21,3 баллов). Максимальное число видов (26) обладало повышенной морозоустойчивостью, из которых наибольшие ее баллы у *Tilia cordata* (20,4), *Acer tataricum* (20,2), *Padus avium* (20,1), наименьшие – у *Ulmus minor* (16,1), *U. laevis* (15,9), *U. glabra* (15,5).

Среди аналогичного табл. 1 состава видов высокой засухоустойчивостью отличались *Cerasus fruticosa* (23,4), *Populus bolleana* (21,5), *U. pumila* (20,8). Из повышено засухоустойчивых (17 видов) максимальными ее баллами обладали *Pinus sylvestris* (19,7), *Picea canadensis* (19,2), *B. pendula* (18,9). Из умеренно засухоустойчивых (10 видов) наибольшие баллы у *A. platanoides* (15,4), *Picea pungens* (15,2), *Th. occidentalis* (14,8 баллов). Низкая засухоустойчивость у *B. alba* (10,2), *T. platyphyllos* (9,8), *Salix fragilis* (9,6), *P. obovata* (9,1), *Alnus glutinosa* (8,2 балла).

5.3. Оценка декоративности древесных растений

Наибольшей декоративностью характеризовались древесные растения в Новохоперске и Грибановском (38 и 36). Наименьшей декоративностью обладали виды в Поворино и Борисоглебске (34 и 33 балла).

5.4. Санитарные показатели древесных растений

Получены результаты изучения биологических (вредителями, болезнями) и механических повреждений растений (табл. 2).

Таблица 2 – Поврежденность древесных растений, % (2011–2019 гг.)

Функц. зоны	Новохоперск	Поворино	Грибановский	Борисоглебск
контроль	6,2±0,23	12,4±0,48	9,2±0,39	16,5±0,56
рекреации	13,1±0,41	20,8±0,75	16,1±0,55	24,6±0,74
селитьбы	16,6±0,57	25,9±0,61	19,7±0,53	30,5±0,63
производств	22,2±0,56	31,8±0,69	26,0±0,64	36,9±0,68

Определены в Новохоперске умеренный (17,3) и в Поворино (26,2), Грибановском (20,3), Борисоглебске (30,7%) сильный уровни повреждений древесных растений. Слабый уровень повреждений определен у растений в экосистемах пригородов Новохоперска и Грибановского, сильный – в зонах производств Новохоперска, Грибановского, во всех зонах Поворино, Борисоглебска.

5.5. Анализ жизненного состояния древесных растений в зависимости от уровня антропогенной нагрузки

Наиболее захламлиены почвы в производственных зонах Грибановского (36,9±1,5), Поворино (33,5±1,4), Новохоперска (12,1±0,52) и Борисоглебска (15,7±0,54%). Максимально уплотнены они в Борисоглебске (1,33±0,051 г/см³). Также ему характерны наивысшие значения: ДТС – 50,7±1,9% и транспортной нагрузки – 447,9±13,5 машин/час в этих зонах, интенсивность пешеходов в селитьбе – 343,9±11,2 чел./час.

Получены результаты диагностики совокупной нагрузки (табл. 3).

Таблица 3 – Баллы антропогенной нагрузки (2011–2019 гг.)

Контроль	Рекр. зоны	Селитеб. зоны	Произв. зоны	Ср. данные
Новохоперск				
2,9	5,8	8,4	13,5	9,2
Грибановский				
4,7	8,3	26,5	32,2	22,3
Борисоглебск				
12,3	18,4	37,3	47,9	34,5
Поворино				
8,6	13,5	30,2	39,4	27,7

Максимум ее баллов характерен производственным зонам Борисоглебска, Поворино, минимум – этим зонам Грибановского и Новохоперска. Борисоглебск испытывал умеренный, Грибановский и Поворино – низкий, Новохоперск – крайне низкий уровни совокупной нагрузки.

Результаты мониторинга ЖС представлены на рис. 1.

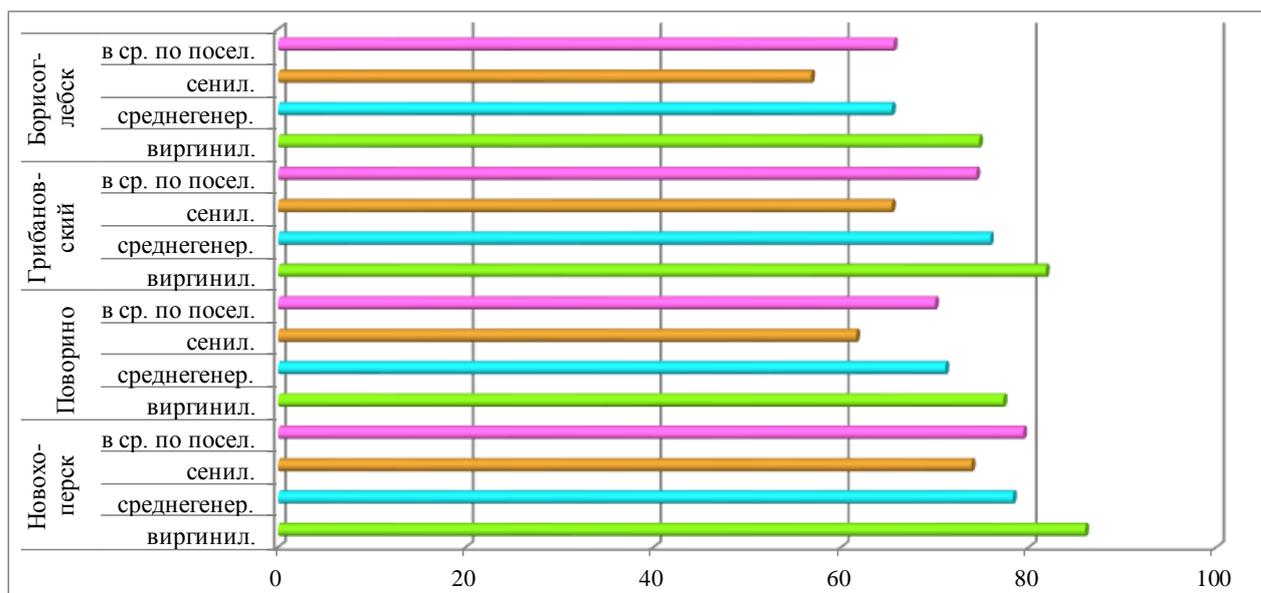


Рисунок 1 – Усредненные значения индекса ЖС древесных растений (2011–2019 гг.), %

Максимальные значения ЖС имели древесные растения в виргинильном возрасте, минимальные – в сенильном. В экосистемах с крайне низкой антропогенной нагрузкой индекс ЖС древесных растений равен 79,4 (в Новохоперске), с низкой – 74,4 (в Грибановском) и 70,0 (в Поворино), с умеренной – 65,6% (в Борисоглебске).

Установлен рейтинг по возрастанию ЖС у распространенных видов: *Picea abies*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Picea obovata*, *B. alba*, *Aesculus hippocastanum*, *Padus avium*, *Salix fragilis*, *Acer saccharinum*, *A. platanoides*, *Tilia cordata*, *Alnus glutinosa*, *Picea canadensis*, *P. pungens*, *Quercus robur*, *S. acutifolia*, *Populus nigra*, *Ulmus laevis*, *Acer tataricum*, *S. caprea*, *U. minor*, *Fraxinus excelsior*, *A. campestre*, *Sorbus aucuparia*, *T. platyphyllos*, *U. glabra*, *Thuja occidentalis*, *Populus balsamifera*, *P. pyramidalis*, *U. pumila*, *P. bolleana*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Malus sylvestris*, *A. negundo*, *Cerasus fruticosa*.

Ряд древесных растений по снижению ЖС в урбоэкосистемах: ЖС в зонах рекреации → ЖС в сельтебе → ЖС в производственных зонах. Обобщенный ряд растений на основе полученных данных о ЖС (по снижению): ЖС в Новохоперске → ЖС в Грибановском → ЖС в Поворино → ЖС в Борисоглебске.

Сильная корреляция между показателями антропогенной нагрузки и ЖС древесных растений соответствует производственным зонам Борисоглебска ($r=+0,96$), Поворино ($r=+0,87$) и Грибановского ($r=+0,72$), сельтебным зонам Борисоглебска ($r=+0,78$). Слабая корреляция установлена для зон рекреации Поворино ($r=+0,29$), Грибановского ($r=+0,23$) и Новохоперска ($r=+0,17$). Для остальных зон характерна умеренная корреляция сравниваемых параметров.

5.6. Комплексный анализ экологической устойчивости древесных растений в урбоэкосистемах района исследований

Разработан комплексный подход для анализа экологической устойчивости растений. Среднестатистические данные отражены на рис. 2.

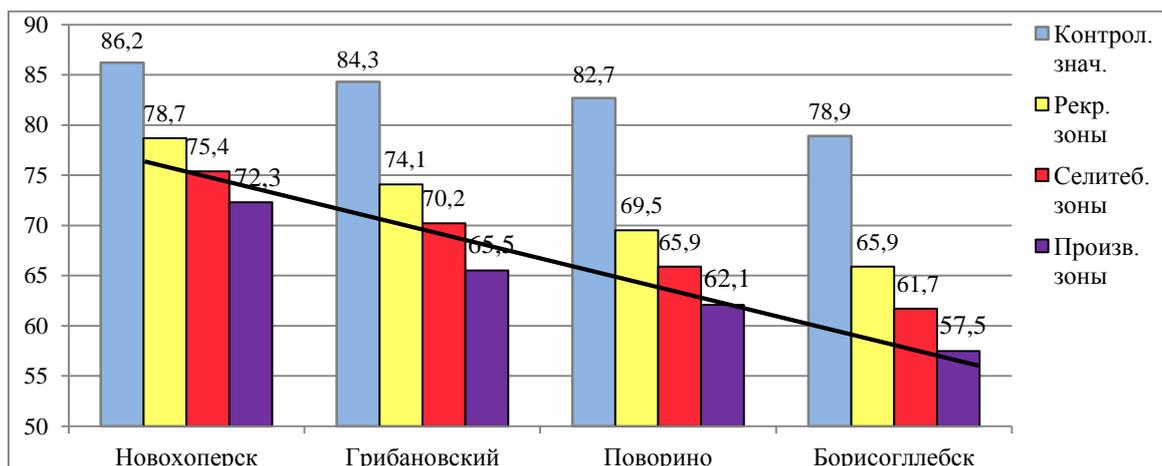


Рисунок 2 – Экологическая устойчивость древесных растений, баллы (2011–2019 гг.)

Показан тренд (черная линия) в сторону снижения устойчивости древесных растений от экосистем с крайне низкой антропогенной нагрузкой (в Новохоперске) к экосистемам с более высокой (умеренной) нагрузкой (в Борисоглебске).

Древесные растения Новохоперска характеризовались баллами устойчивости в зонах: рекреации – 78,7, селитьбы – 75,4, производств – 72,3, в контроле (природные сообщества и рекреационные насаждения пригородов) – 86,2. Значения устойчивости древесных растений Грибановского (далее в аналогичном порядке территории) – 74,1, 70,2, 65,5, 84,3; Поворино – 69,5, 65,9, 62,1, 82,7; Борисоглебска – 65,9, 61,7, 57,5 и 78,9 баллов.

Выделены две группы растений: 1) высокоустойчивые: *Spiraea crenata* (78,8), *Cotinus coggygia* (78,6), *Prunus spinosa* (75,4), *Fraxinus excelsior* (75,3 балла); 2) среднеустойчивые – с наибольшими и наименьшими баллами. К первой группе отнесены *Acer saccharinum* (73,3), *Tilia platyphyllos* (73,1), *Ulmus laevis* (72,3), *Malus sylvestris* (70,3), *A. tataricum* (69,2), *Frangula alnus* (69,8), *Populus tremula* (68,2), *Tilia cordata* (68,1), *P. nigra* (66,7), *Salix acutifolia* (64,5), *Padus avium* (64,4), *A. platanoides* (63,7), *Betula pendula* (62,4 балла). Во вторую группу вошли *A. campestre* (60,9), *Populus pyramidalis* (60,0), *S. caprea* (59,5), *Corylus avellana* (58,7 баллов). Баллы экологической устойчивости древесных растений показывают их состояние и адаптационные возможности на функционально и экологически различных территориях района исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ввиду специфичности современной городской среды целесообразно исследование разнообразия и состояния древесных растений, определяющих видовую и экологическую структуру сообществ. Это в полной мере относится к урбоэкосистемам Воронежского Прихоперья. Реализованными исследованиями показано, что использованный подход комплексной экологической характеристики древесных растений позволил оценить возможности реализации ими биоэкологического потенциала в экосистемах рассмотренных поселений. Далее представлены основные выводы по выполненной работе:

1. Максимальное представительство древесных растений характерно г. Новохоперск (163 вида), наименьшее – п.г.т. Грибановский (103 вида). В г. Борисоглебск произрастает 149, в г. Поворино – 110 видов. Геоструктуру древесных насаждений в них в большей мере определяют виды европейско-азиатской, североамериканской, азиатской и европейской групп. Структурно-функциональную основу насаждений в поселениях Воронежского Прихоперья составляют летнезеленые деревья выше и ниже 10 м с близкими значениями их долевого участия в насаждениях: в Новохоперске – 49,0, в Грибановском – 47,6, в Борисоглебске – 50,0, в Поворино – 44,5%.

2. В поселениях района исследований из адвентивных растений по способу внедрения доминирующая роль принадлежит кенофитам, эргазиолипофитам, колонофитам: в Новохоперске – 41,8, в Грибановском – 33,9, в Борисоглебске – 39,8, в г. Поворино – 23,5%. Среди древесных растений лидирующее положение принадлежит представителям экологических групп мезотрофов, мезофитов, гелиофитов, материковых полибионтов, морозостойких, засухоустойчивых видов. Большинство среди 35 представителей древесных растений, распространенных в урбозкосистемах, обладает повышенной (19 видов) и умеренной (9 видов) экологической толерантностью к лимитирующим факторам в зимние периоды, 4 вида продемонстрировали высокую степень зимостойкости. При этом 9 видов проявляют высокую и 26 видов – повышенную морозоустойчивость. Высокой, повышенной и умеренной засухоустойчивостью характеризуются, соответственно, 3, 17 и 10 видов.

3. Древесные растения в насаждениях Воронежского Прихоперья характеризуются повышенной (38 баллов в Новохоперске, 36 баллов в Грибановском) и средней (34 балла в Поворино, 33 балла в Борисоглебске) декоративностью. В среднем по урбосистемам, выделены умеренный (17,3% в Новохоперске) и сильный (26,2% в Поворино, 20,3% в Грибановском, 30,7% в Борисоглебске) уровни совокупных механических и биологических повреждений древесных растений. Максимальные среднеарифметические значения (сильный уровень) повреждений у этих организмов определены в зонах производств Новохоперска (22,2%), Грибановского (26,0%) и во всех функциональных зонах Поворино (от 20,8 до 31,8%), Борисоглебска (от 24,6 до 36,9%), минимальные значения данного параметра (уровень умеренной поврежденности) – в зонах рекреации (13,1, 16,1%) и селитьбы (16,6, 19,7%), соответственно Новохоперска и Грибановского. Оценка санитарных показателей выявила приспособленность использованных в озеленении древесных растений к среде обитания района исследований.

4. В районе исследований в совокупной антропогенно-техногенной нагрузке проявляются различия в соответствии с населенными пунктами и функциональными зонами. По данным мониторинга состояния окружающей среды и их балльного анализа выделены урбосистемы с крайне низкой (9,2 балла в Новохоперске), низкой (22,3 в Грибановском, 27,7 баллов в Поворино) и умеренной (34,5 баллов в Борисоглебске) нагрузкой. Общим экологическим трендом для урбанизированных территорий являются наиболее высокие уровни антропогенно-техногенной нагрузки в производственных зонах (от 13,5 до 47,9

баллов), наименьшие – в рекреационных (от 5,8 до 13,5 баллов по исследованным поселениям).

5. Древесным растениям в урбоэкосистемах с крайне низкой антропогенно-техногенной нагрузкой (Новохоперск) соответствует максимальное среднеарифметическое значение индекса ЖС, равное 79,4%. С ростом совокупной нагрузки, в среднем по урбоэкосистемам, установлены меньшие показатели жизнеспособности данных организмов: в урбанизированных территориях с низкой нагрузкой индексы ЖС древесных растений достигают 74,4 (Грибановский) и 70,0% (Поворино), с повышением уровня нагрузки до умеренного (Борисоглебск) экологический показатель состояния данной группы растений снижается до 65,6%. Значения индекса ЖС варьируют также дифференцированно функциональным зонам: от 92,0 (Новохоперск) до 80,3% (Борисоглебск) – в зонах рекреации, от 79,4 до 65,6% – в зонах селитьбы, от 72,9 до 55,6% – в зонах производства, соответственно, в этих урбосистемах. Между показателями антропогенно-техногенной нагрузки и ЖС древесных растений выявлена положительная корреляционная связь, которая возрастает с повышением уровня первой.

6. В пределах рекреационных территорий древесные растения характеризуются максимальными значениями экологической устойчивости: в Новохоперске – на уровне 78,7, в Грибановском – 74,1, в Поворино – 69,5 и в Борисоглебске – 65,9 баллов. Минимальные значения данного эколого-диагностического критерия определены у древесных растений в составе экосистем производственных зон: 72,3, 65,5, 62,1 и 57,5 баллов в рассматриваемых поселениях. Промежуточное положение по среднеарифметическим значениям устойчивости занимают древесные растения, произрастающие в селитебных зонах: 75,4, 70,2, 65,9 и 61,7 баллов, соответственно, по урбоэкосистемам района исследований. Диагностированные высокий (зоны рекреации и селитьбы Новохоперска) и средний уровни устойчивости (в остальных урбанизированных территориях) свидетельствуют о достаточном для широкого использования в озеленительной практике биоэкологическом, в том числе адаптационном, потенциале, проявляемом местными и интродуцированными древесными растениями.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Разработанный методический подход комплексного анализа экологической устойчивости древесных растений может быть использован при определении состояния данной группы организмов, как в условиях природных экологических систем, так и в искусственных экосистемах. В природно-антропогенных и искусственных экосистемах, к которым, безусловно, относятся городские экосистемы, данная система экологической оценки организмов позволяет выявить особенности и основные направления адаптаций древесных растений. Кроме того, с помощью данного подхода экологической диагностики возможно исследование и дифференцирование урбанизированных территорий по уровням антропогенной нагрузки, эффективности ухода за насаждениями в разных функциональных зонах, достаточности мероприятий по благоустройству

различных микрорайонов городов и поселков. Выделены в качестве перспективных для введения в культуру:

- высокоустойчивые растения к природно-климатическим и антропогенным условиям – рекомендуются для повсеместного использования в городском и поселковом озеленении района исследований;

- среднеустойчивые растения с максимальными эколого-диагностическими баллами – целесообразно использовать в озеленении функционально и экологически различных территорий поселений;

- среднеустойчивые растения с наименьшими эколого-диагностическими баллами – целесообразно использовать для озеленения урбанизированных территорий в рекреационных и селитебных зонах района исследований, а в г. Новохоперск и п. г. т. Грибановский – повсеместно. В озеленительной работе в населенных пунктах Воронежского Прихоперья предпочтение целесообразно отдавать древесным растениям из местной флоры.

Материалы исследований и данные, полученные, в том числе, посредством разработанного методического подхода комплексного экологического анализа, могут быть применены в качестве фундаментальной основы:

- для обоснования, разработки и реализации системы мониторинга и контроля муниципального (локального) уровня за повреждениями древесных растений вследствие неблагоприятных биотических, абиотических и антропогенных воздействий;

- для выполнения мониторинга за реализацией адаптационных возможностей, декоративностью и состоянием представителей этой группы растений в условиях пригородных и городских экосистем на локальном уровне;

- для создания системы аналитической обработки параметров биоэкологического потенциала древесных насаждений межрайонного и регионального уровней;

- для обоснования и формирования внутри- и межведомственной систем контроля биоэкологического и ресурсного потенциала древесных растений, произрастающих в условиях природных и культурных сообществ.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных журналах, включенных в перечень ВАК РФ

1. Ларионов, М.В. Видовое разнообразие, территориальное размещение и использование в озеленении древесно-кустарниковых растений на востоке Воронежской области [Электронный ресурс] / М.В. Ларионов, И.С. Сираева (И.С. Сергеева) // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25159>.

2. Завидовская, Т.С. Сравнительная характеристика систематической структуры естественных и урбанизированных флор юго-востока европейской России [Электронный ресурс] / Т.С. Завидовская, М.В. Ларионов, И.С. Сираева (И.С. Сергеева) // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 3. – Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26433>.

3. Завидовская, Т.С. Анализ изученности растительного покрова региона (на примере Воронежской области) / Т.С. Завидовская, М.В. Ларионов,

И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*) // Известия Самарского научного центра РАН. – 2017. – Т. 19, № 2. – С. 126–132.

4. Громова, Т.С. Определение антропогенной нагрузки на объекты окружающей среды Прихоперья / Т.С. Громова, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), А.С. Ермоленко, Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов // Самарский научный вестник. – 2020. – Т. 9, №1 (30). – С. 30–36.

5. Сираева, И.С. (*Сергеева И.С.*) Экологическая оценка санитарных показателей древесных растений в природных и техногенных условиях / И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов, В.В. Солдатова, Т.С. Громова, А.С. Ермоленко, Е.Ю. Кулагина // Самарский научный вестник. – 2020. – Т. 9, №1 (30). – С. 100–106.

6. Ларионов, М.В. Факторы деградации почв и атмосферного воздуха и их влияние на состояние растений в городских и пригородных экосистемах / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов, Т.С. Громова, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), А.С. Ермоленко, А.А. Володькин, Г.В. Левкина // Самарский научный вестник. – 2020. – Т. 9, № 2 (31). – С. 78–85.

7. Громова, Т.С. Жизненность древесных растений как совокупный признак экологического состояния городских и загородных экосистем Прихоперья / Т.С. Громова, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), А.С. Ермоленко, Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов, В.В. Солдатова, Е.Ю. Кулагина, А.С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2020. – № 7. – С. 20–27.

Статьи в изданиях, включенных в мировые базы данных научного цитирования

8. Larionov, M.V. The composition and characteristics of the dendroflora in the transformed conditions of the Middle Reaches of the River Koper / M.V. Larionov, N.V. Larionov, I.S. Siraeva (*И.С. Сергеева*), A.S. Ermolenko // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – V. 115, No 1. – P. 1–7. – DOI: 10.1088/1755-1315/115/1/012009. (*Scopus, Web of Science*)

9. Larionov, M.V. Ecological and aesthetic significance of an auto-trophic component of artificial ecosystems in ensuring of the environmental comfort and the public health protection / M.V. Larionov, N.V. Larionov, I.S. Siraeva (*И.С. Сергеева*), T.S. Gromova, V.V. Soldatova, E.A. Logacheva // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – V. 421, No 8. – P. 1–5. – DOI: 10.1088/1755-1315/421/8/082002. (*Scopus*)

Статьи в других научных изданиях

10. Завидовская, Т.С. К изучению древесно-кустарниковых растений г. Новохоперска / Т.С. Завидовская, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*) // Мониторинг биоразнообразия экосистем степной и лесостепной зон: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Балашов, 29–30 сентября 2011 г.). – Балашов: Николаев, 2011. – С. 49–51.

11. Ларионов, М.В. Систематический анализ древесных и кустарниковых растений, произрастающих в искусственных ландшафтах Воронежской области (на примере г. Новохоперска) / М.В. Ларионов, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*) // Наука и образование в XXI веке: сб. науч. тр. по материалам Междунар.

науч.-практ. конф. (Москва, 30 января 2015 г.), ч. I. – М.: АР-Консалт, 2015. – С. 28–30.

12. Сираева, И.С. (*Сергеева И.С.*) Интродукция древесных растений и кустарников на территории Воронежской области (на примере г. Новохоперска) / И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), М.В. Ларионов // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Балашов, 12–13 ноября 2015 г.). – Саратов: Саратовский источник, 2015. – С. 221–225.

13. Ларионов, М.В. Биоэкологические и декоративные особенности древесно-кустарниковых насаждений в урбанизированных условиях на востоке Воронежской области / М.В. Ларионов, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*) // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Балашов, 2–3 июня 2016 г.). – Саратов: Саратовский источник, 2016. – С. 158–163.

14. Ларионов, М.В. Некоторые экологические аспекты земле- и лесопользования на востоке и северо-востоке Воронежской области / М.В. Ларионов, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), Т.С. Громова // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 25–26 октября 2016 г.). – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – С. 10–14.

15. Ларионов, М.В. Вариабельность параметров рН в зависимости от характера землепользования в Воронежской и Саратовской областях / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов, Т.С. Громова, А.С. Ермоленко, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*) // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сб. ст. IV Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, 26–27 октября 2017 г.). – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – С. 94–104.

16. Громова, Т.С. Биоиндикационная оценка культурных ландшафтов / Т.С. Громова, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), А.С. Ермоленко // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. (Саратов, 12–15 февраля 2018 г.). – Саратов: Изд-во СГАУ, ООО «ЦеСАин», 2018. – С. 179–185.

17. Иванова, А.С. Состояние автомагистральных лесополос (на примере Саратовской и Воронежской областей) / А.С. Иванова, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), А.С. Ермоленко, Т.С. Завидовская, М.П. Догод // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. (Саратов, 12–15 февраля 2018 г.). – Саратов: Изд-во СГАУ, ООО «ЦеСАин», 2018. – С. 217–223.

18. Иванова, А.С. Экологические функции лесополос в современных условиях юго-востока России / А.С. Иванова, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), А.С. Ермоленко, Т.С. Завидовская, М.П. Догод // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. (Саратов, 12–15 февраля 2018 г.). – Саратов: Изд-во СГАУ, ООО «ЦеСАин», 2018. – С. 212–217.

19. Сираева, И.С. (*Сергеева И.С.*) Актуальные экологические проблемы урбанизированных ландшафтов Среднего Прихоперья / И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), Т.С. Громова, А.С. Ермоленко, В.В. Солдатова, А.Н. Логачев, А.Г. Степанов // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: сб. ст.

Всерос. науч.-практ. конф. (Саратов, 12–15 февраля 2018 г.). – Саратов: Изд-во СГАУ, ООО «ЦеСАин», 2018. – С. 571–576.

20. Сираева, И.С. (*Сергеева И.С.*) Особенности адвентизации флоры в условиях урбаноcреды Воронежской области / И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*) // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 13–14 декабря 2018 г.). – Пенза: РИО ПГАУ, 2018. – С. 126–130.

21. Larionov, M.V. An analysis of the adventive component of tree and shrub plants of the southeast of Russia / M.V. Larionov, N.V. Larionov, I.S. Siraeva (*И.С. Сергеева*), T.S. Gromova, A.S. Ermolenko // Advances in Social Science, Education and Humanities Research. – 2018. – V. 283. – P. 925–929. – DOI: <https://doi.org/10.2991/cesses-18.2018.203>.

22. Gromova, T.S. The state of woody plants of natural and anthropogenic ecosystems of the european part of Russia and their bioindication value / T.S. Gromova, M.V. Larionov, N.V. Larionov, A.S. Ermolenko, I.S. Siraeva (*И.С. Сергеева*), T.S. Zavidovskaya // Advances in Social Science, Education and Humanities Research. – 2018. – V. 283. – P. 914–920. – DOI: <https://doi.org/10.2991/cesses-18.2018.201>.

23. Larionov, N.V. The meaning of the phytotoxicity of the soils of transformational landscapes in the southeast of Russia / N.V. Larionov, I.S. Siraeva (*И.С. Сергеева*), A.S. Ermolenko, M.V. Larionov, T.S. Gromova, T.S. Zavidovskaya // Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 2018. – V. 283. – P. 930–935. – DOI: <https://doi.org/10.2991/cesses-18.2018.204>.

24. Ларионов, М.В. Древесные растения в экологической инфраструктуре урбосистем Среднего Прихоперья / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов, В.В. Солдатова, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*) // Геоэкологические проблемы современности и пути их решения: материалы I Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию Орловского гос. ун-та имени И.С. Тургенева (Орёл, 23 мая 2019 г.). – Орёл: Изд-во ОГУ имени И.С. Тургенева, 2019. – С. 230–234.

25. Громова, Т.С. Результаты исследования состояния древесных растений на рекреационных территориях Прихоперья / Т.С. Громова, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), В.В. Солдатова, Е.А. Логачева // Экология и безопасность жизнедеятельности: сб. ст. XIX Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 10–11 декабря 2019 г.), ч. I. – Пенза: РИО ПГАУ, 2019. – С. 75–81.

26. Ларионов, М.В. Исследование экологического состояния древесных растений в линейных насаждениях урбосистем Прихоперья / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов, Т.С. Громова, И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), Е.А. Логачева, В.В. Солдатова // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства: сб. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 25–26 декабря 2019 г.). – Пенза: РИО ПГАУ, 2019. – С. 179–184.

27. Сираева, И.С. (*Сергеева И.С.*) Экологические каркасы городских и пригородных территорий / И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), Т.С. Громова, Е.А. Логачева, А.С. Ермоленко, Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства: сб. ст. II Междунар.

науч.-практ. конф. (Пенза, 25–26 декабря 2019 г.). – Пенза: РИО ПГАУ, 2019. – С. 214–218.

28. Сираева, И.С. (*Сергеева И.С.*) Соотношение жизненных форм древесных растений как комплекс их адаптаций, признаков и состояния современной вертикальной и экологической структуры растительных сообществ в поселениях Воронежского Прихоперья И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*) // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная: материалы IX Междунар. науч-практ. конф., посвященной 90-летию образования университета (Брянск, 23–25 апреля 2020 г.). – Брянск: Изд-во БГИТУ, 2020. – С. 138–142.

29. Сираева, И.С. (*Сергеева И.С.*) Виталитет растений как отражение их устойчивости, экологической стабильности экосистем и качества среды в Среднем Прихоперье / И.С. Сираева (*И.С. Сергеева*), А.С. Ермоленко, Т.С. Громова, М.В. Ларионов // Охрана биоразнообразия и экологические проблемы природопользования: сб. ст. Всерос. (национал.) науч.-практ. конф. (Пенза, 28–29 мая 2020 г.). – Пенза: РИО ПГАУ, 2020. – С. 306–311.