

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

На правах рукописи



Сергеева Ирина Салаватовна

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

03.02.08 – экология (биология)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, доцент
Ларионов Максим Викторович

Саратов – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО РАССМАТРИВАЕМОЙ ПРОБЛЕМЕ..	10
1.1. Современное состояние экологических исследований древесных растений в условиях урбаноcреды.....	10
1.2. Степень изученности состояния древесных растений Воронежского Прихoперья...	13
Глава 2. АНАЛИЗ ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОРОНЕЖСКОГО ПРИХОПЕРЬЯ.....	17
2.1. Расположение, особенности геологического строения, рельефа и климата района исследований.....	17
2.2. Особенности почвенного покрова и гидрографии.....	16
2.3. Анализ экологической обстановки.....	20
Глава 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В РАБОТЕ.....	23
Глава 4. АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ И СПЕКТРА ИХ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ В УРБОЭКОСИСТЕМАХ ВОРОНЕЖСКОГО ПРИХОПЕРЬЯ.....	33
4.1. Анализ видового состава древесных растений.....	33
4.2. Анализ видового состава адвентивного компонента древесных растений в насаждениях.....	37
4.3. Анализ состава геоэлементов представителей древесных насаждений.....	39
4.4. Спектр жизненных форм древесных растений.....	44
Глава 5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УРБОЭКОСИСТЕМАХ ВОРОНЕЖСКОГО ПРИХОПЕРЬЯ.....	52
5.1. Экологические группы древесных растений.....	52
5.2. Толерантность древесных растений к температурным условиям и дефициту влаги.	67
5.3. Оценка декоративности древесных растений.....	76
5.4. Санитарные показатели древесных растений.....	79
5.5. Анализ жизненного состояния древесных растений в зависимости от уровня антропогенной нагрузки.....	91
5.6. Комплексный анализ экологической устойчивости древесных растений в урбоэкоcистемах района исследований.....	114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	124
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	126
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	131
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Биоэкологические характеристики состава древесных растений в урбоэкоcистемах Воронежского Прихoперья.....	150

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Санитарные показатели древесных растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья.....	168
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Санитарные показатели древесных растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья.....	170
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Показатели жизнестойкости древесных растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья с разным уровнем антропогенной нагрузки.....	173
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Показатели комплексного анализа экологической устойчивости древесных растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья.....	177

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. К настоящему времени наступает осознание важности решения экологических проблем. Ведущая роль в обеспечении зелеными насаждениями градопланировочных, средообеспечивающих и эколого-регулирующих функций в населенных пунктах принадлежит древесным растениям. От их состава, устойчивости и ресурсных качеств зависит приоритетная функция современных урбоэкосистем – создание и сохранение условий экологической комфортности для местного населения.

Ввиду явного дефицита сведений об экологических особенностях древесных растений, произрастающих в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья, очевидна объективная необходимость в их детальной экологической характеристике. Так как в пределах урбанизированных территорий на растения оказывает воздействие совокупность экологических факторов, соответственно, целесообразно в комплексе определить спектр их адаптаций, установить и проанализировать параметры экологической устойчивости к условиям мест произрастания.

Разработка и реализация комплексного подхода к анализу экологических параметров жизнеспособности растений в искусственных экосистемах представляет на сегодняшний день актуальную научную проблему. Результаты ее решения в пределах урбанизированных территорий района исследований позволяют получить достоверные сведения о состоянии древесных растений и могут быть положены в основу экологического мониторинга за зелеными насаждениями в качестве научно-методического руководства.

Таким образом, комплексная экологическая характеристика древесных растений в составе урбоэкосистем Воронежского Прихоперья на примере гг. Новохоперск, Борисоглебск, п. г. т. Грибановский и г. Поворино, представляет значимую научную задачу в региональном аспекте. Поэтому данные исследования характеризуются актуальностью.

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 техногенно трансформированных условиях, в наибольшей степени в основном выполнены на примере крупных и крупнейших городов [Якубов, 2006; Малыгина и др., 2009; Шихова, 2010; Гаврилин, 2012], больших промышленных объектов и центров [Кулагин, 2006; Кузнецов, 2009; 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 суховейным 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 урбоэкоcистемах 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 урбоэкоcистемах 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 урбаноcреды 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 урбозекосистемах.

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.

Исследования проводились в урбанизированных условиях Воронежского Прихоперья с 2011 по 2019 гг. Выездные маршруты и учеты выполнялись в городах Новохоперске, Борисоглебске, поселке городского типа Грибановский, городе Поворино, являющимися районными центрами и наиболее крупными населенными пунктами на данной территории.

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: и лесостепной зон: Всероссийской научно-практической конференции «Мониторинг биоразнообразия экосистем степной и лесостепной зон» (г. Балашов, 29–30 сентября 2011 г.), Международной научно-практической конференции «Наука и образование в XXI веке» (г. Москва, 30 января 2015 г.), Всероссийских научно-практических конференциях «Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем» (г. Балашов, 12–13 ноября 2015 г., 2–3 июня 2016 г.), III

Международной научно-практической конференции «Проблемы и мониторинг природных экосистем» (г. Пенза, 25–26 октября 2016 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и мониторинг природных экосистем» (г. Пенза, 26–27 октября 2017 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы» (г. Саратов, 12–15 февраля 2018 г.), Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы природопользования и природообустройства» (г. Пенза, 13–14 декабря 2018 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Геоэкологические проблемы современности и пути их решения», посвященной 100-летию Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева (г. Орёл, 23 мая 2019 г.), XIX Международной научно-практической конференции «Экология и безопасность жизнедеятельности» (г. Пенза, 10–11 декабря 2019 г.), II Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы природопользования и природообустройства» (г. Пенза, 25–26 декабря 2019 г.), IX Международной научно-практической конференции «Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная» (Брянск, 23–25 апреля 2020 г.), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Охрана биоразнообразия и экологические проблемы природопользования» (Пенза, 28–29 мая 2020 г.).

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.

ГЛАВА 1. ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО РАССМАТРИВАЕМОЙ ПРОБЛЕМЕ

1.1. Современное состояние экологических исследований древесных растений в условиях урбаноcреды

Зеленые насаждения в городах являются главным условием поддержания в урбосистемах благоприятной экологической обстановки [Nobel, 1999; Кавеленова, 2003; Кулагин, Шагиева, 2005; Абаимов и др., 2011; Ларионов, 2012_б], в том числе посредством поглощения токсикантов [Huttunen, Laine, 1983, Hellstorm, 2003; Ларионов, 2012_{б,в}, 2014_б, 2015_{а,в}; Чернышенко, 2002, 2018]. Загрязнение окружающей среды в городах приносит различные негативные изменения в условия проживания населения, что выражается в снижении параметров экологического благополучия окружающей среды. Наблюдается ухудшение качества среды обитания живых организмов. Зеленые насаждения являются одним из важнейших факторов, способствующих оздоровлению окружающей среды, в том числе в пределах урбанизированных территорий [Гаврилин, 2011; Бухарина и др., 2012; Ларионов, Ларионов, 2014_а].

Изучение экологического состояния древесных растений в урбоэкосистемах важно и имеет практическую ориентированность [Мозолевская, 1998; Nikolaevskii, Yakubov, 2003; Trowbridge, 2004; Eco-city Planning..., 2011; Gorelova et al., 2011]. Дело здесь заключается в том, что древесные растения, как правило, составляют структурно-функциональную основу городских экосистем ввиду их природных средообразующих, средорегулирующих и эколого-оптимизирующих способностей [Бухарина, 2009; Бухарина и др., 2012; Ларионов, 2012_б; Green Roof Ecosystems, 2015]. Также это относится к естественным лесным экосистемам, развивающимся и функционирующим в пределах урбанизированных территорий и в пригородных районах [Грищенко, 2008; Евсеева, 2014]. К примеру, исследователи М.Д. Уфимцева и Н.В. Терехина в своем труде сделали научно-теоретическое обоснование целесообразности анализа экологического состояния урбоэкосистем на основе экологических параметров состояния древесных насаждений, составляющих, как правило, фундамент данных сообществ [Уфимцева, Терехина, 2005]. Древесные растения предоставляет всевозможные экотопы для других групп растений, животных и прочих групп организмов [Schulze et al., 2002. – 702 p.; Renev et al., 2004; Ларионов, Ларионов, 2014_б; Ларионов, 2019]. В современных городах древесные растения являются неотъемлемой частью планировочных структур.

Определение состояния урбоэкосистем, возможностей к улучшению их структуры и к обеспечению санитарно-экологической функциональности представляется возможным, прежде всего, на основе результатов экологических исследований древесных растений [Lindfield,

Steinberg, 2012], что в итоге позволяет в числе прочего рационализировать городское природопользование [Eco-city Planning..., 2011; Etingoff, 2015]. С экологической точки зрения древесные насаждения образуют и составляют основу экологических каркасов населенных пунктов, обеспечивая тем самым поддержание экологического равновесия между антропо-техногенными воздействиями и природными объектами окружающей среды – атмосферным воздухом, водоемами, почвами, организмами [Федорова, Михеева, 2008; Григорьевская, Лисова, 2012; Ларионов, 2012_б, 2015_в]. Существенная роль в экологических исследованиях древесных растений принадлежит анализу их географических источников (при интродукции) и установлению важнейших приспособительных особенностей к среде обитания [Парахина, 2007; Абаимов, 2011].

В настоящее время древесные растения стали надежным практическим инструментом реконструкции и улучшения городских планировочных структур [Mann, 2007; Beatley, Laurian, 2012; Третьякова, Сокольская, 2016], в том числе с использованием современных художественных, дизайнерских наработок [Green Buildings..., 2015; Beatley, 2016].

Посадки древесных растений в различных структурных и декоративных сочетаниях в соответствии с особенностями местности позволяют значительно улучшить у населения восприятие городского пространства и создать условия психо-эмоционального и экологического комфорта [Ларионов, Ларионов, 2014_а; Герасимова и др., 2016; Approaches to Water..., 2019]. При этом изучение состава и декоративных качеств городских насаждений представляет большое значение в структуре экологических исследований состояния и ресурсных качеств растений с особыми экосистемными функциями [Кавеленова и др., 2007; Бабич и др., 2008; Залывская, Бабич, 2012; Бочкова, Хохлачева, 2015; Арестова, Арестова, 2017].

Анализ чувствительности древесных растений к условиям городской среды описано в некоторых исследовательских работах, опубликованных в разное время [Любименко, 1905; Морякина, 1969; Rawson, Graven, 1975; Ловелиус, 1979; Bassuk, Whitlow, 1988; Чернышенко, 2002; Ларионов, 2012_{а,б,в}; Ларионов, Ларионов, 2012; Герасимова, 2015]. Большое значение придавалось изучению возможностей использования некоторых видов древесных растений в создании санитарно-защитных насаждений городов [Якушина, 1990; Шихова, 2010; Тагирова, 2011; Gorelova et al., 2011; Бухарина и др., 2012; Ларионов, 2015_в; Герасимова и др., 2016]. Непосредственно экологическое состояние древесных растений с использованием различных подходов описано в ряде работ, касающихся разных регионов [Шихова, 2001; Кавеленова, 2003; Неверова, 2004; Ларионов, 2014_{а,в}; Ларионов, Ларионов, 2015; Гудзенко, 2016; Ларионов, Жалнин, 2016]. Как известно, на рост и развитие растений действует комплекс экологических условий. Лимитирующие факторы, соответственно, ингибируют эти процессы [Hruska et al.,

2001; Ларионов, Ларионов, 2014⁶; Прохоренко и др., 2017]. В условиях урбанизированной среды многие лимитирующие воздействия на растения интенсифицируются, приводя к ослаблению, как отдельных особей, так и целых популяций древесных растений.

Поэтому в экологических исследованиях древесных растений одной из первостепенных задач является выполнение общесанитарной оценки состояния древостоев: крон, стволов, ветвей, листьев, наличие механических и биологических (подверженность болезням, вредителям) повреждений и ряда других санитарно-экологических показателей, толерантность к лимитирующим климатическим и антропогенным условиям [Кавеленова и др., 2007; Аношкина, 2011; Драчева, 2011; Залывская, Бабич, 2012; Прохоренко и др., 2017]. Данные экологические показатели во многом характеризуют состояние мест произрастания и урбоэкосистем, в целом [Бабич и др., 2008; Авдеев и др., 2017].

Одним из актуальных направлений в экологических исследованиях древесных растений в урбаносреде является определение и анализ их жизненного состояния, являющегося фактическим отражением ответных проявлений жизнедеятельности данных организмов к комплексу средовых факторов. В частности, в современных научных работах отмечается, что жизненное состояние древесных растений является комплексным эколого-диагностическим параметром развития отдельных особей, развития и состояния этой группы растений в популяционном аспекте [Шихова, 2010; Тагирова, 2012; Аминова, 2016; Сидоренко, 2017]. Исследование жизненного состояния древесных растений предоставляет возможность установить и охарактеризовать ключевые особенности их ослабления и деградации в различных урбосистемах [Колмогорова, 2005; Zeqir, 2005; Кулагин, 2006; Гонтарь и др., 2013], а также совместно с анализом декоративных качеств – определить перспективность для озеленения урбанизированных территорий [Ухваткина, Денисов, 2010; Арестова, Арестова, 2017]. Диагностика данного параметра к настоящему времени представляет надежный способ экологического анализа состояния древесных растений, произрастающих на различных урбанизированных территориях в экологическом и структурно-планировочном отношении. Она дает возможность оценить современное состояние и жизнеспособность древесных растений, причем при продолжительных антропогенно-техногенных воздействиях [Ибрагимова и др., 2016]. Поэтому этот вид экологической диагностики уместно использовать в аут- и урбоэкологических исследованиях. В частности, Н.Б. Прохоренко с коллегами свидетельствуют, что значения жизненного состояния показывают «степень устойчивости» древесных растений [Прохоренко и др., 2017], что необходимо использовать в контроле состояния урбоэкосистем, в экологическом мониторинге городской среды и в деятельности по управлению городским природопользованием и его экологической оптимизацией.

Установление показателей жизненного состояния древесных растений имеет большое научное значение, как с точки зрения аутоэкологии, так и в структуре урбоэкологических исследований.

Высокую научно-теоретическую и практическую значимость составляет выделение уровней антропогенной нагрузки и состояния древесных растений дифференцированно им [Ларионов, 2012_б; Кузнецов, 2015; Аминева, 2016]. Учет показателей экологической обстановки урбанистических комплексов позволяет дифференцировать различия в состоянии древесных растений и наметить необходимые работы по озеленению [Беланова и др., 2016] в соответствии с особенностями структурно-планировочной организации урбосистем и состояния окружающей среды [Гаврилин, 2012]. С другой стороны, оценка экологического состояния древесных насаждений может определять концептуальную и методологическую основу экологического мониторинга в региональном контексте [Уфимцева, Терехина, 2005; Ларионов, 2012_а, 2014_а, 2015_а; Методы экологических исследований, 2015; Ларионов, Жалнин, 2016; Ларионов, Сираева, 2016_{а,б}]. Целесообразно, чтобы результаты мониторинга и последующего анализа экологического состояния урбанизированных территорий и древесных растений в составе их экосистем образовывали фундаментальную базу в деле природообустройства и экологической безопасности в современных населенных пунктах [Любимов и др., 2011; Urbanization, Biodiversity and Ecosystem..., 2013; Ларионов, 2016; Ларионов, Ларионов, 2016_{а,б}; Cimellaro, 2016].

Анализ научной литературы позволил установить преимущественный крен в сторону исследования экологических особенностей растительных организмов, в том числе древесных растений преимущественно в крупных административных и промышленных центрах [Kohtama, 1997; Jim, 2001; Кавеленова, 2003; Nikolaevskii, Yakubov, 2003; Якубов, 2006; Герасимова, 2015; Гудзенко, 2016; Третьякова, Сокольская, 2016]. Это объясняется в числе прочего также преимущественной локализацией научных и научно-образовательных учреждений в крупных городах, как за рубежом, так и особенно в России.

1.2. Степень изученности состояния древесных растений Воронежского Прихоперья

Разнообразие и экологическое состояние древесных растений в Центральном Черноземье, к которому территориально относится и Воронежское Прихоперье, достаточно продолжительное время не являлись актуальным направлением экологических исследований данных организмов. Рассматривались некоторые особенности развития видов-экзотов, отдельные виды в лесных хозяйствах и на заповедных территориях. Прежде всего, уделялось большое внимание исследованию дикорастущих древесных растений в процессе изучения

флоры и растительности данного региона [Машкин, 1971; Камышев, Хмелев, 1976; Региональная флора..., 2015; Завидовская, Ларионов, 2017].

Вследствие активного хода введения древесных интродукторов в озеленение Воронежской области возникла необходимость в изучении, как представителей дикорастущих видов, так и интродуцентов, используемых в качестве декоративных, плодово-ягодных культур [Завидовская и др., 2017_{а,б}; Завидовская, Ларионов, 2017]. В частности, исследователем С.И. Машкиным зарегистрировано и охарактеризовано более тысячи видов дикорастущих и интродуцированных растений в Центральном Черноземье [Машкин, 1971], в котором располагается Воронежский регион.

Проводились исследования адвентивного компонента флоры Воронежской области [Григорьевская и др., 2004]. Данные исследований видового разнообразия древесных растений в биоценозах пригородных лесных массивов, расположенных в Воронежском Прихоперье, содержатся в книге Т.С. Завидовской, М.Г. Романовского [Завидовская, Романовский, 2011]. Большое значение придавалось исследованию видового состава древесных растений в урбаносреде Воронежского региона, причем в основной мере это касалось регионального центра [Григорьевская, 2000; Григорьевская и др., 2012; Трегубов и др., 2014; Завидовская, Ларионов, 2017].

Исследования экологического состояния древесных растений в урбозкосистемах осуществлялись преимущественно в городе Воронеж [Негробов, Жуков, 2000; Федорова; Михеева, 2009; Успенский, 2013; Давыдова, 2014; Трегубов и др., 2014] и незначительно на прилегающих к нему территориях [Михеева, 2004; Гурьева, 2013]. Значительный объем биоэкологических исследований древесных растений в урбанизированных условиях Воронежской области посвящен анализу инвазий среди них. В основном, это направление исследований, как и прочие направления экологических исследований древесных растений, что следует из научных публикаций [Григорьевская, 2000; Григорьевская и др., 2004, 2012, 2013; Лепешкина и др., 2014], реализуется на примере регионального центра – Воронежа. Сообщается, что период внедрения древесных интродуцентов с инвазионными свойствами в природные фитоценозы Воронежского региона составляет, в среднем, от 18 до 25 лет [Отчет о научно-исследовательской..., 2012].

Особое значение в экологической характеристике древесных растений, произрастающих в современной урбаносреде, принадлежит изучению и анализу их толератности к лимитирующим экологическим факторам. Рядом авторов отмечается, что лимитирующими нормальное развитие этих организмов факторами в Воронежской области являются низкие температуры зимой и недостаточное количество осадков в периоды вегетации [Ноздрачева, 2008, Михеева, 2009, Михеева, Федорова, 2011; Баранова и др., 2012; Попова и др., 2016;

Аминова, 2018]. Данные экологические факторы могут приводить к изменению метаболизма и габитуса, замедлению развития, снижению продуктивности и эффективности репродукции. Указанные лимитирующие средовые факторы по отношению к деревьям и кустарникам характерны, в целом, Воронежской области, что целесообразно учитывать в экологической оценке этих организмов.

При этом, надо отметить, основное внимание было сосредоточено на изучении экологической толерантности древесных растений к лимитирующим средовым условиям главным образом на примере города Воронежа [Михеева, Федорова, 2011; Баранова и др., 2012; Отчет о научно-исследовательской..., 2012; Попова и др., 2016; Славский, Чернышов, 2018], расположенного в западном ландшафтном районе лесостепной зоны и относительно удаленного от Прихоперья. Воронежское Прихоперье охватывает преимущественно районы степной зоны и приграничные с ней территории восточного ландшафтного района лесостепной зоны в пределах Воронежской области (подробнее об этом в главе 2). Соответственно, значимость низких температур зимой и ранней весной, а также относительной засушливости климата и суховейных явлений в вегетационные сезоны в ограничении реализации биоэкологического потенциала древесных растений существенно выше в сравнении с территорией выполненных исследований указанных воронежских ученых.

На территории Воронежского Прихоперья видовой состав древесных насаждений в городских условиях изучен незначительно. Практически эти исследования были ограничены городом Борисоглебск. Отмечено, что во флоре города 19,6% от общего числа видов приходится на древесные растения [Завидовская, 2010_{а,б}].

Очевидна недостаточность сведений о составе и структуре зеленых насаждений городов и сел Воронежского Прихоперья и древесных растений в их числе. Незначительный опыт инвентаризации и описания состояния древесных насаждений в Воронежском Прихоперье связан с деятельностью муниципальных служб по уходу за насаждениями. В официальных региональных документах [Об утверждении государственной программы..., 2015; Доклад о состоянии..., 2019] освещаются особенности размещения и некоторые вопросы ухода за насаждениями. Основной проблемой является снижение экологической значимости зеленых насаждений в районе исследования, главным образом насаждений общего пользования, которые должны создавать благоприятные условия среды обитания для населения [Об утверждении схемы ..., 2009; Гурьева, 2013].

Воронежское Прихоперье практически не охвачено экологическими исследованиями древесных растений, в том числе произрастающими в условиях городов и поселков. Имеется лишь фрагментарное сведение о состоянии древесных растений в пределах дома отдыха «Петровский» города Борисоглебск [Гурьева, 2013]. В этом субрегионе города и поселки,

имеющие статус районных центров, относятся к категории городских поселений, то есть являются урбанизированными территориями с определенной концентрацией населения в них и городским типом планировки. Целесообразно выполнение комплексных экологических исследований древесных растений дифференцированно разным городским поселениям и, в том числе, в их экологически и организационно различных территориях – функциональных зонах. Реализация комплексного в научно-методическом плане и при этом дифференцированного территориального подхода в данном случае необходима для более полного представления об экологическом состоянии древесных растений в составе современных урбоэкосистем Воронежского Прихоперья. Результаты этих исследований, в целом, будут способствовать расширению научно-теоретических сведений по данному вопросу применительно, в целом, к Воронежскому региону.

Большое значение в экологической характеристике древесных растений Воронежского Прихоперья, местами обитания которых являются городские поселения, принадлежит исследованию биоэкологического потенциала представителей данной группы организмов. Он заключается в изучении и анализе комплекса биоэкологических признаков древесных растений, составляющих базис растительных сообществ в условиях современных экосистем в урбанизированных территориях рассматриваемого субрегиона.

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

2.1. Расположение, особенности геологического строения, рельефа и климата района исследований

Географическое положение. Воронежское Прихопесье (г. Новохопёрск, г. Борисоглебск, п. г. т. Грибановский, г. Поворино) – район исследований – расположен на северо-востоке Воронежской области. Южная часть территории граничит с Волгоградской областью, а северная – с Саратовской областью (рисунок 1). Несмотря на значительную удаленность от центра области, населенные пункты занимают выгодное транспортное географическое положение. По территории проходит железнодорожная магистраль юго-западного и северного направления, автодороги муниципального значения, соединяющая районы исследования с населенными пунктами своего и соседних районов и областным центром, а через г. Борисоглебск проходит автодорога федерального значения [Завидовская, 2010₆].



Рисунок 1 – Карта расположения района исследования

Геологическое строение. Основу ландшафта образует жесткий геологический фундамент. Он состоит из кристаллических пород докембрийского возраста. Самыми древними осадочными отложениями являются отложения палеозойской эры. Среди отложений кайнозойской эры в значительных объемах распространены пески [Трегуб и др., 1999].

Особенности рельефа. Территория расположения района по характеру рельефа представляет собой плоскую равнину, слабо разрезанную системой речных долин рек с их широкими надпойменными террасами, которые постепенно сменяются плоскими и невысокими водоразделами с углублением оврагов и балок между ними. Район исследования относится к Елань-Хоперскому плоскоравнинному, пониженному району Окско-Донской низменности. Растительность в прошлом представлена лесами и луговыми степями. Уцелевшие лесные массивы встречаются в балках, по берегам рек и склонам оврагов, местами выходит на водораздельные плато [Атлас Воронежской области, 1994].

Климатические особенности. Климат умеренно-континентальный, определяется географическими широтами, рельефом местности, характером гидрографической сети и растительности. Промерзание почв колеблется в пределах 0,5-1,5 м. и иногда более [Воронежский центр по гидрометеорологии ..., 2020]. В зимние периоды регистрируется движение воздушных масс преимущественно южного, юго-восточного, юго-западного направлений, в летние – западные, северо-западные, юго-западные обуславливающие засуху, особенно в условиях степной зоны. Безморозный период, в среднем, составляет от 220 до 230 суток [Попова и др., 2016]. Холодные зимы чередуются с жарким и засушливым летом, с недостаточным количеством осадков и наличием суховеев в весенне-летний период [Воронежский центр по гидрометеорологии ..., 2020]. Среднегодовая норма атмосферных осадков достигает чуть более 500 мм [Попова и др., 2016]. В некоторые годы объем выпадений атмосферной влаги может сокращаться до 300-400 мм за год [Воронежский центр по гидрометеорологии ..., 2020]. Особенно это характерно для степной зоны и части лесостепья, где располагается Воронежское Прихопье.

2.2. Особенности почвенного покрова и гидрографии

Почвы. Большая часть территории Воронежского Прихопья лежит в пределах подзоны чернозема обыкновенного. Почвы бассейнов рек, в основном, относятся к черноземному и подзолистому типам почвообразования. По своим признакам черноземы в данном субрегионе являются наиболее богатыми почвами, имеют темно-серый и черный цвет, сложение плотное или слегка рыхлое, структура слабо зернистая [Адерихин, 1961; Чевердин, 2009; Чеботарев, Спесивый, 2012]. Серые лесные почвы значительно отличаются от черноземов. По запасам питательных веществ лесные почвы беднее почв черноземов выщелочных. Почва солонцеватого типа – солонцы, солончаки, солоди – не получили распространения в районе исследований. Верхние горизонты этих почв небольшой мощности, сложение плотное, структура преимущественно комковато-пылевая (рисунок 2).

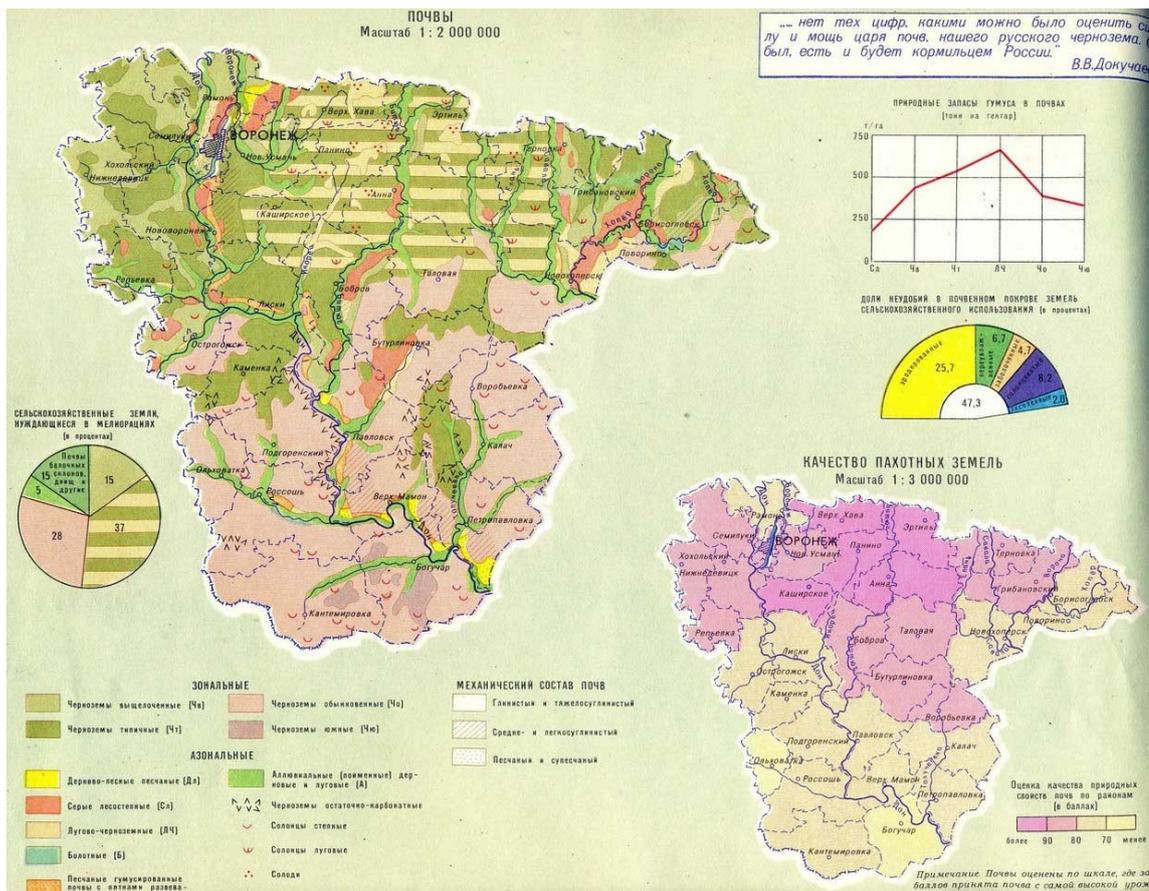


Рисунок 2 – Почвенная карта Воронежской области [Атлас Воронежской области, 1994]

Аллювиальные почвы крайне незначительно представлены в пределах урбанистических комплексов [Свиридова, Удодова, 1976].

Особенности гидрографии. В районе исследований протекают 3 реки: Хопер, Савала, Ворона. У них преобладает снеговое питание. Дождевое и подземное питание имеют меньшую значимость [Дмитриева, 2008]. Местная гидрографическая сеть определяет изрезанность рельефа, неоднородность почвенного и растительного покровов.

Район исследований относится к степной и лесостепной природным зонам [Атлас Воронежской области, 1994]. Большинство водораздельных районов подвергнуты земледельческому преобразованию. Ресурсы речных вод представляют первостепенную значимость в организации и функционировании сельскохозяйственных и совокупных урбанохозяйственных комплексов [Доклад о состоянии..., 2019]. В Воронежском Прихоперье аборигенные фитокомплексы сохранилась, в основном, в ООПТ, в поймах рек, надпойменных террасах, а также вокруг оврагов, балок, колоков в степных экосистемах, земли под которыми не представляют интереса для сельского и городского хозяйства [Завидовская, Романовский, 2011; Завидовская и др., 2017а].

2.3. Анализ экологической обстановки

Экологическая ситуация в Воронежской области определяется низким качеством питьевой воды, что связано с повсеместным загрязнением поверхностных и подземных вод, высоким уровнем загрязненности воздуха, кризисным состоянием системы обращения с отходами производства и потребления. Комплексной экологической проблемой является загрязнение окружающей среды от подвижных и стационарных источников эмиссии дымов, сажи, токсичных газов, разнообразных твердых и жидких поллютантов [Доклад о состоянии..., 2019]. Из подвижных источников ухудшения экологической обстановки посредством химически-опасных выбросов и отходов первостепенную значимость имеют автотранспортные средства, особенно на урбанизированных территориях. Среди стационарных загрязнителей ведущее техногенно-деградационное влияние оказывают крупные промышленные объекты пищевой, производственно-строительной, перерабатывающей отрасли и ряда сопутствующих отраслей, в первую очередь, в городе Воронеже, а также в Лисках, Павловске и в ряде других городов [Доклад о состоянии..., 2020]. Прежде всего, максимально напряженное состояние окружающей среды отмечается в городе Воронеже [Негробов, Жуков, 2000; Серeda, 2017; Доклад о состоянии..., 2019]. Тем не менее, опубликованные сведения о состоянии окружающей среды свидетельствуют, что территория Воронежской области по показателям уровня загрязнения по сравнению с соседними областями относится «к умеренно загрязненной» [Об утверждении государственной..., 2015].

На основе ознакомления с материалами официальных документов о хозяйственно-экономическом положении урбанизированных территорий района исследований [Устойчивое развитие муниципального..., 2015; Инвестиционный паспорт Борисоглебского..., 2018; Инвестиционный паспорт Грибановского..., 2018; Инвестиционный паспорт Поворинского..., 2018] сделан вывод: среди урбосистем Воронежского Прихоперья наибольшим совокупным производственным и транспортно-хозяйственным потенциалом обладает город Борисоглебск; далее по нисходящей следуют город Поворино, поселок городского типа Грибановский, город Новохоперск. Тем не менее, эти поселения включают в себе значительный природно-ресурсный потенциал [Доклад о состоянии и развитии..., 2018], но обладают все-таки ограниченными хозяйственно-инфраструктурными и финансовыми возможностями к интенсивному экономическому развитию в сравнении с промышленными городами Воронежской области. В то же время относительно низкий градостроительный потенциал района исследований позволяет, с одной стороны, сохранять экологическую ситуацию на приемлемом уровне, с другой, – является одним из ведущих сдерживающих условий к

совершенствованию планировочной структуры и, в том числе, системы озеленения городов и поселков.

Приведенная исследователем В.С. Маликовым градация административных районов области по уровням экологического риска (на основе данных о токсичном воздействии промышленных, бытовых отходов и выбросов в атмосферу) показала: в Воронежском Прихопerry наиболее напряженная экологическая ситуация в Борисоглебске (источник «повышенного экологического риска»), в Грибановском – «зона удовлетворительного экологического риска», в Поворино и Новохоперске – «допустимый» (минимальный) уровень экологического риска [Маликов, 2004]. На представленной С.А. Епринцевым с коллегами картограмме зонирования экологической обстановки в Воронежской области среди ее административных территорий Борисоглебск, Грибановский, Новохоперск и образованными ими муниципальные районы занимают предпоследнюю позицию (доля неудовлетворительных образцов атмосферного воздуха от 1 до 10%), то есть являются относительно благополучными [Епринцев и др., 2013]. В этой работе указывается, что Поворинский район по количеству неудовлетворительных образцов воздуха (<1%) отнесен к числу административных территорий с наиболее благоприятной экологической ситуацией. Он занимает последнюю позицию в ранжировании количества неудовлетворительных проб воздуха по химическим показателям [Епринцев и др., 2013]. В последнее время исследованиями с помощью метода биоиндикации установлено, что загрязнение атмосферного воздуха около автомобильных дорог в урбосистемах Воронежского Прихопerry является достаточно существенным [Ларионов и др., 2018_{а,б}].

Тем не менее, из приведенного выше следует фрагментарность данных о состоянии окружающей среды в районе исследований. По ним достаточно проблематично судить о дифференциации уровней антропогенной нагрузки непосредственно в урбанизированных территориях Воронежского Прихопerry, где сосредоточена основная доля населения в каждом его административном районе. Очевидно, что целостных исследований состояния экологической обстановки на севере и северо-востоке Воронежской области не проводилось.

Из результатов ранее выполненного экологического мониторинга в составе исследовательской группы следует: в районе исследований максимальный антропогенный пресс сказывается в непосредственной близости от автомобильных дорог в производственных и селитебных функциональных зонах [Ларионов и др., 2017_{а,б}; Громова и др., 2018]. Полученные сведения указывают на совокупное антропогенное давление на окружающую среду в условиях урбанизированных территорий и их окрестностей.

Таким образом, в деле исследования состояния древесных растений в условиях урбоэкосистем Воронежского Прихоперья целесообразна экологическая оценка совокупного антропогенного воздействия на данные организмы при разных вариантах структурно-функциональной организации урбанизированных территорий. Выявление значений параметров состояния древесных растений, являющихся основой урбоэкосистем и опорных экологических каркасов, в пространственном и временном аспектах представляет важную научную и прикладную задачу в данном регионе. Необходим анализ эколого-диагностических параметров рассматриваемой группы растений в соответствии с данными антропогенной нагрузки в населенных пунктах района исследований.

Глава 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В РАБОТЕ

Основными объектами экологических исследований являлись древесные растения, произрастающие в составе зеленых насаждений урбанизированных территорий Воронежского Прихоперья. Дополнительно изучались и анализировались факторы антропогенно-техногенного давления на почвенный покров и атмосферный воздух в районе исследований.

Исследования выполнялись на территориях г. Борисоглебск, Новохоперск, п. г. т. Грибановский, г. Поворино Воронежской области в 2011–2019 гг. Кроме того при анализе использованы данные, которые были получены ранее (2009–2011 гг.). Изучался и анализировался комплекс биоэкологических признаков древесных растений: видовой состав и его географическая структура, возможности развития жизненных форм и их спектр (специфика морфологических адаптаций), адаптационные возможности к почвенно-климатическим и антропогенно-техногенным условиям района исследований, включая пределы экологической толерантности к лимитирующим экологическим факторам, санитарные показатели, степень декоративности, жизненное состояние, а также экологическая устойчивость. Последний признак в работе рассмотрен комплексно. Он, как раз, демонстрирует совокупные адаптационные возможности древесных растений и, следовательно, их биоэкологический потенциал в экосистемах Воронежского Прихоперья на примере указанных городских поселений. Для осуществления комплексной экологической характеристики данных организмов использованы соответствующие методы и методические приемы.

Исследовательский материал собирался троекратно за летние сезоны: в середине июня после полного облиствления древесных растений, в середине июля и в середине августа, до начала появлений на листьях первых признаков осенней раскраски.

Общая экологическая характеристика древесно-кустарниковых растений заключалась в выявлении разнообразия деревьев, кустарников и лиан, степени озеленения городской территории и санитарного состояния, жизненности древесных растений, выделении их экологических групп, оценке декоративности, характеристике геоэлементов культурной дендрофлоры.

Учет видового состава и особенностей организации древесных насаждений, обследования мест произрастания древесных растений проводились в рекреационной, селитебной и производственной зонах маршрутным методом [Лемеза, Джус, 2008; Николаевский, Якубов, 2008]. Инвентаризация видового состава древесных растений и обследование особенностей мест их произрастаний на городских территориях с помощью маршрутного метода [Методические рекомендации..., 1981; Николаевский, Якубов, 2008] ввиду его преимуществ в урбоэкологических исследованиях [Методы экологических

исследований... , 2015] в контексте данной части работы способствовала достаточно широкому обследованию урбанизированных районов. По результатам маршрутных обследований в список дендрофлоры включены дикорастущие и культурные древесные растения, среди которых имеются представители адвентивной и аборигенной флоры. Для детальных экологических исследований заложены пробные площадки на основе методических рекомендаций [Методические рекомендации..., 1981; Лозовой, Гладышева, 1991; Лемеза, Джус, 2008] в количестве по 26 в каждом урбанизированном районе (по 21 в городских поселениях и по 5 в пригородных территориях). Данные участки являлись пунктами мониторинга состояния древесных растений и одновременно точками исследований экологической обстановки. В каждом населенном пункте исследовались по 3 функциональные зоны с озеленением различного типа: селитебная – уличные и придомовые посадки жилых микрорайонов и кварталов, детских садов и школ, административно-общественных учреждений и учреждений культурно-бытового обслуживания населения; рекреационная – озелененные территории городов, предназначенные для организации и проведения разнообразных форм массового отдыха (парки, скверы) и насаждения промышленной зоны. Форма и границы учетных площадей зависела от конкретного элемента населенного пункта (улица, парк, двор, зона парковки и проезда автотранспорта). На учетных площадках проводилась паспортизация зеленых насаждений. Была проведена инвентаризация всех элементов озеленения, для каждого экземпляра древесных растений определена жизненная форма, оценена эстетическая привлекательность, степень повреждения болезнями и вредителями

Идентифицировалась видовая принадлежность древесных растений [Шкараба, 2003; Киселева и др., 2010; Коновалова, Шевырева, 2010; Валягина-Малютина, 2012; Баженов и др., 2013; Маевский, 2014]. Осуществлен анализ географической структуры древесных насаждений в поселениях района исследований по общепринятым методическим указаниям [Шеляг-Сосонко, Дидух, 1983; Иванов, 2001]. Выполнен их биоморфологический анализ [Серебряков, 1962; Березуцкий, 2000; Соколова, 2004]. Возможности развития и идентификация жизненных форм определялись на местности у древесных растений в генеративной и сенильной стадиях развития. В анализе использованы данные о преимущественных наименованиях жизненных форм растений, идентифицированных у их среднестатистических особей.

Для определения спектра адаптационных возможностей виды растений распределились отношению к трем основным лимитирующим абиотическим условиям среды: увлажнению почвы, условиям плодородия почвы, условиям освещенности. По Д.Н. Цыганову идентифицировались представители экологических групп гигрофитов, мезофитов и ксерофитов и промежуточных групп – мезогигрофитов, гигромезофитов, ксеромезофитов, мезоксерофитов

[Цыганов, 1983]. По требованию к условиям освещения все древесные растения разделены на три экологические группы: светолюбивые, теневыносливые и тенелюбивые [Матвеев, 2006].

По отношению к трофности почвы деревья и кустарники дифференцированы на соответствующие экологические группы [Цыганов, 1983]. Установливались древесные растения – представители экологических групп по отношению к теплу: вполне холодостойкие, холодостойкие, сравнительно теплолюбивые, теплолюбивые, очень теплолюбивые [Богданов, 1974].

По окончании зимних периодов с началом вегетации и развития побегов из почек осуществлялась диагностика состояния древесных растений на предмет особенностей их зимостойкости, в целом, в районе исследований. Для определения зимостойкости использован метод визуальной оценки растений после перезимовки, рекомендованный Советом ботанических садов и основанный на распределении растений к соответствующей ступени (степени) зимостойкости: I (растения не подвержены обмерзанию), II (когда обмерзанию подвержено не >50% от длины однолетних побегов), III (до 50-100% длины однолетних побегов подвержено обмерзанию), IV (подвержены обмерзанию однолетние побеги, а также более старые побеги), V (обмерзанию подвержено надземные органы растений до уровня снежного покрова), VI (когда обмерзанию подвержены все надземные органы растений), VII (полное обмерзание растения) [Лапин и др., 1979]. Итоговая диагностика параметров зимостойкости выполнена с использованием приведенной С.В. Арестовой и Е.А. Арестовой 25-балльной шкалы: I ступень зимостойкости – максимальные 25 баллов (у очень зимостойких видов); II – 20 баллов; III – 15 баллов; IV – 10 баллов; V – 5 баллов; VI – 3 балла; VII ступень зимостойкости составляет 1 (минимальный) эколого-оценочный балл, соответственно, у не зимостойких видов [Арестова, Арестова, 2017].

Морозоустойчивость также определялась визуальным методом. Фиксировались и идентифицировались все виды повреждений в результате воздействий критических значений отрицательных температур (непродолжительных заморозков, относительно длительных морозных условий) в зимние периоды на основе разработанной А. И. Колесниковым экологической пятибалльной шкалы: I – очень (высоко) морозоустойчивые виды, то есть выдерживающие сильные морозы – до $-35-50^{\circ}\text{C}$ (и ниже); II – (повышено) морозоустойчивые растения, выдерживающие сильные морозы силой до $-25-35^{\circ}\text{C}$; III – растения со средней (умеренной) степенью морозоустойчивости, так как выдерживают морозы до $-15-25^{\circ}\text{C}$; IV – неморозоустойчивые, приспособленные к температурным условиям $-10-15^{\circ}\text{C}$ (длительное время); V – растения с крайне низкой (минимальной) степенью морозоустойчивости, то есть приспособленные к кратковременным морозам, но не ниже значения в -10°C [Колесников, 1974]. По сути, это степени (пределы) приспособленности древесных растений к низким

температурам. Для детализации степеней морозоустойчивости растений разработана система их интерпретации посредством эколого-оценочных баллов: I – 21–25 баллов; II – 16–20; III – 11–15; IV – 6–10 и V – 1–5 баллов. Выделение экологических групп древесных растений по полученным в ходе исследований и проанализированным данным толерантности к низким температурам выполнено на основе рекомендаций А.И. Колесникова, Л.П. Смоляка [Колесников, 1974; Смоляк, 1983].

Установление засухоустойчивости осуществлялось посредством визуальной идентификации уровней угнетения надземных органов древесных растений при воздействии засухи с помощью модифицированной системы интерпретации степени экологической толерантности к засухе и перегреву: I – у растений отсутствует видимая реакция на засуху и высокие температуры (идентифицируется нормальный тургор листьев, молодых побегов), они нормально успешно развиваются без полива (в т.ч. на сухих и сильно прогретых почвогрунтах), то есть очевидна высокая степень засухоустойчивости; II – проявляется утрата тургора (сморщенность и опущенность краев листьев, вялый вид молодых побегов и листовых черешков), в целом, не повреждаются надземные части растений, иногда (в сильные засухи и при достижении летних температур критических значений) проявляется летний листопад (чаще всего частичная дефолиация), семена и почки нормально развиваются, тем не менее, лимитируется прохождение фенофаз, в том числе цветение, в засушливые периоды хорошо растут и развиваются без полива, на следующий вегетационный период после засушливого лета нормально растут, цветут и плодоносят (засухоустойчивые растения); III – нарушение и замедление роста и развития с (частичным) повреждением листьев (идентифицируется изменение окраски краев либо проявление локальных поврежденных участков у листьев), невозможен рост и развитие растений без постоянного полива (это умеренная (средняя) степень засухоустойчивости); IV – воздействие засухи и высокой температуры обуславливает ожоги листьев и побегов, их слабое развитие, а также лимитирование развития почек, семян, рост не возможен без систематического, постоянного полива (растения с низким (слабым) устойчивости к засухе и высокой температуре); V – воздействие засухи и высокой температуры вызывает засыхание побегов и листьев, что ведет к подавлению роста и развития растений, при этом возможен рост при поливе, то есть данные реакции проявляют представители группы неустойчивых к засухе растительных организмов [Козловский и др., 2000]. Обследование листьев и побегов на предмет засухоустойчивости проводилось в засушливые периоды в срединных частях крон по кругу на примере четырех экземпляров каждого вида. Интерпретация степеней толерантности к засухе и перегреву проводилась с помощью оценочных баллов: I степень засухоустойчивости – 21–25 баллов; II – 16–20; III – 11–15; IV – 6–10 и V степень, соответственно, – 1–5 баллов.

На основе результатов исследований произведено распределение древесных растений дифференцированно экологическим группам по степени засухоустойчивости с использованием соответствующих методических материалов [Дюваль-Строев, 1966; Бескаравайная, 1989; Матвеев, 2006]. В экологическом анализе растений использованы методические рекомендации Д.Н. Цыганова [Цыганов, 1983].

Декоративность древесных растений анализировались на основе методических рекомендаций, приведенных в работах Н.А. Бабич и соавторов [Бабич и др., 2008]. Оценка декоративности реализовывалась в комплексе, с учетом десяти основных признаков: архитектоники крон, длительности цветения, степени цветения, окраски и размеров цветков, аромата цветков, привлекательности плодов, продолжительности облиствения, повреждаемости, расцветивания листьев и плодов в осенние периоды, зимостойкости. Каждый указанный признак древесных растений диагностировался по пятибалльной системе. При этом 5 – самый высокий оценочный балл. Соответственно, оценка декоративности древесных растений в урбозкосистемах района исследований осуществлялась по средневзвешенным суммам баллов. Шкала комплексной оценки декоративности древесных растений: 20 и менее баллов – низкая, 21–34 – средняя, 35–44 – повышенная, 45–50 баллов – высокая декоративность.

Чтобы установить уровень повреждения древесных растений болезнями, вредителями и антропогенными факторами, выявлялись все повреждения в отдельности для листьев, крон и стволов. При этом не ставилась задача установления конкретных болезней и вредителей, вызывающих поражения. Основные идентифицированные симптомы объединялись в группы с учетом их сходства в причинах возникновения и требованиях к санитарным мероприятиям по уходу за растениями:

- для листьев: поражение листогрызущими и сосущими вредителями (деформация, минирование, скелетирование, объедание, свертывание, образование галлов), наличие по внешним признакам бактериальных и грибных заболеваний (ржавчина, мучнистая роса), некроза, хлороза;

- для крон: дефолиация листьев, усыхание побегов и ветвей;

- для стволов: механические повреждения, морозобойные трещины, искривление и наклоны, некрозы и гнили;

- для корней: оголение корневых систем [Бабич и др., 2008; Залывская, Бабич, 2012].

Степень повреждения древесных растений по основным признакам санитарного состояния диагностировалась по трехбалльной шкале [Шихова, 2001; Шихова, Полякова, 2011] с дифференциацией уровней поврежденности: слабый уровень повреждений (менее 10%);

умеренное (среднее) повреждение (в диапазоне от 10 до 20%); сильный уровень повреждений (то есть свыше 20%).

По степени повреждения древесных растений болезнями и вредителями подсчитывался средний балл для каждого вида растений по формуле:
$$P = \frac{1 \times n_1 + 2 \times n_2 + 3 \times n_3}{N}$$
, где P – средневзвешенный балл поврежденности, n_1 – число особей со слабым (незначительным) уровнем повреждения, n_2 – число особей со средним (умеренным) уровнем повреждения, n_3 – число особей с сильным (высоким) повреждением, N – общее количество обследованных растений [Шихова, Полякова, 2006].

Исследовались и анализировались преимущественные антропогенные воздействия на окружающую среду. Предварительно осуществлена ознакомительная работа об особенностях хозяйственной эксплуатации, природопользования и состояния окружающей среды в районе исследований с использованием опубликованных материалов [Маликов, 2004; Об утверждении схемы..., 2009; Епринцев и др., 2013; Устойчивое развитие муниципального..., 2015; Доклад о состоянии и развитии..., 2018; Инвестиционный паспорт Борисоглебского..., 2018; Инвестиционный паспорт Грибановского..., 2018; Инвестиционный паспорт Поворинского..., 2018; Ларионов и др., 2018_{а,б}; Доклад о состоянии..., 2019]. В ходе исследования экологической обстановки специфика хозяйственного использования и приоритетные источники антропогенной нагрузки определялись визуально с учетом опыта экологического анализа деградационных факторов урбаноcреды в малых городах Прихоперья [Ларионов, 2015_б; Кальжанова и др., 2017; Ларионов и др., 2018_в].

На основе ознакомления с вышеуказанными исследовательскими, методологическими и справочными материалами, с учетом собственных наблюдений непосредственно на местности и рекомендаций [Шихова, 2010; Ларионов, 2015_б; Савельева, Ларионов, 2018] в анализе приоритетной антропогенной нагрузки использованы показатели захламленности, уплотненности почв, плотности дорожно-тропиночной сети, интенсивности движения пешеходов и автомобилей. Дважды за каждый год – в середине июня и в середине августа – в течение периода исследований в зонах расположения пунктов мониторинга определялись значения параметров этих воздействий на окружающую среду урбанизированных территорий района исследований. Диагностика показателей захламленности и уплотненности почв выполнялась по принятой в градостроительной практике методике [Методические указания..., 2003]. Особенности и плотность дорожно-тропиночной сети устанавливались по используемым в озеленительной работе методическим указаниям [Боговая, Теодоронский, 1990; ОСТ 56-100-95. Методы..., 1995]. Интенсивность движения пешеходов (человек в час) определялась на основе общепринятой методики [Методические рекомендации..., 1977; Лобанов, 1990],

интенсивность автомобильного транспорта (единиц в час) – также по используемой стандартизированной методике [Лобанов, 1990; Пугачёв, 2005]. Учет пешеходов и автомобилей производился в утренние, дневные и вечерние часы в районах размещения пробных площадей. Далее выполнялся пересчет среднесуточной интенсивности движения людей и транспорта, затем – установление среднего значения за час каждого из этих диагностических показателей.

Полученные средневзвешенные значения параметров антропогенной нагрузки диагностировались посредством разработанной эколого-оценочной шкалы. Средние арифметические значения каждого из установленных пяти параметров антропогенной нагрузки переводились в соответствующие баллы. Градация значений баллов для каждого параметра антропогенной нагрузки: 7–10 баллов – высокое значение нагрузки, 4–6 баллов – ее среднее (умеренное) значение, от 1 до 3 баллов – минимальная (низкая) нагрузка. Анализ уровней совокупной (приоритетной) антропогенной нагрузки реализован, соответственно, посредством суммы всех диагностированных баллов: 41–50 баллов – высокий уровень нагрузки, 31–40 – умеренный (средний) уровень нагрузки, 21–30 – низкое значение нагрузки, ниже 20 баллов – крайне низкая (незначительная) нагрузка.

Оценка жизненного состояния древесных растений в районе расположения пунктов мониторинга проводилась визуально. Растения диагностировались по пятибалльной шкале:

1) здоровое, без признаков ослабления – листва или хвоя зеленые, нормальных размеров, крона густая, нормальной формы и развития, повреждения вредителями и поражение болезнями отсутствуют или единичные (не более 10%);

2) ослабленное – листва (хвоя) светлее ее обычного цвета, крона слабоажурная; возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей, механические повреждения, единичные водяные побеги; ослабление или повреждение растения по отдельным признакам или комплексу не более 30%;

3) сильно ослабленное – листва мельче или светлее обычной, хвоя светло-зеленая или сероватая матовая, крона изрежена; часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, корневых лап, ветвей, хвои или листвы (ослабление или повреждение не более 60%);

4) усыхающее – листва мельче, светлее или желтее обычной, хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, часто преждевременно опадает или усыхает, крона сильно изрежена, на стволе и ветвях часто имеются признаки заселения стволовыми вредителями (ослабление или повреждение более 70%);

5) сухостой текущего года или прошлых лет – листва усохла, увяла, опала или сохранилась лишь частично, хвоя серая, желтая или бурая, крона усохла [Шихова, Полякова, 2006].

Для анализа показателей жизненного состояния (ЖС) растений рассчитывался индекс ЖС для каждого вида и насаждения по формуле, предложенной В.А. Алексеевым [Алексеев, 1989]: $L_n = \frac{100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 10n_4 + 5n_5}{N}$, где L_n – относительное жизненное состояние древостоя, n_1 – число здоровых, n_2 – число ослабленных, n_3 – число сильно ослабленных; n_4 – количество отмирающих растений и n_5 – число сухостоя, N – общее количество растений. Полученные данные переводились в соответствующие процентные значения: состояние здоровых растений соответствовало 100–80%, ослабленных – 79–50%, сильно (значительно) ослабленных – 49–20%, подверженных усыханию – ниже 19%, сухостойных – до 0% [Шихова, Полякова, 2003].

Анализ силы связи установленной антропогенной нагрузки с диагностированными показателями ЖС растений осуществлен с помощью расчета коэффициента корреляции в программе MS Excel 2018.

Методический подход комплексного экологического анализа древесных растений в условиях урбозкосистем района исследований позволил выполнить характеристику их экологической устойчивости в баллах. Идея данного анализа объектов исследований базировалась на основе материалов Н.А. Бабич и соавторов, О.С. Залывской и Н.А. Бабич, С.М. Бебия и соавторов, Н.В. Ларионова и соавторов [Бабич и др., 2008, Залывская, Бабич, 2012; Бебия и др., 2018; Ларионов и др., 2018_в]. Методика и разработанная эколого-диагностическая шкала основывалась на собственных результатах биоэкологических исследований древесных растений.

Проанализированы показатели, характеризующие экологическую устойчивость данных организмов в условиях урбозкосистем Воронежского Прихоперья: 1) сохранение жизненной формы, 2) требовательность к элементам питания в почвах, 3) требовательность к условиям освещенности, 4) требовательность к условиям увлажненности, 5) отношение к условиям тепла, 6) морозоустойчивость древесных растений, 7) устойчивость растений переносить действие высоких температур воздуха и отсутствие осадков, 8) степень декоративности, 9) уровень биологической (вредителями, болезнями) и механической поврежденности, 10) ЖС растений.

Каждый показатель оценивался от 0 до 10 баллов. Например, дифференциация шкалы оценки сохранности жизненной формы: жизненная форма не сохраняется – 1–3 балла, восстанавливается – 4–6 баллов, сохраняется – 7–10 баллов; показатели требовательности растений к элементам питания почв дифференцированы следующим образом: эутрофы (не адаптированы к дефициту питательных элементов в почвах) – 1–3 балла, мезотрофы – 4–6 баллов, олиготрофы (более приспособленные к недостатку питательных элементов почв) – 7–10 баллов; требовательность к условиям освещенности: сциофиты – 1–3 балла, гелиофиты – 4–6

баллов, факультативные гелиофиты – 7–10 баллов; требовательность к условиям увлажненности: гигрофиты – 1 балл, гигромезофиты – 2–3 балла, мезофиты – 4–5 баллов, ксеромезофиты – 6–7 баллов, мезоксерофиты – 8 баллов, ксерофиты – 9–10 баллов (с учетом засушливости климата в районе исследований); по отношению к условиям тепла: очень теплолюбивые – 1 балл, теплолюбивые – 2–3 балла, сравнительно теплолюбивые – 4–5 баллов, холодостойкие – 6–7 баллов, вполне (очень) холодостойкие – 8–10 баллов; морозоустойчивость древесных растений: растения полностью вымерзают – 1 балл, растения значительно обмерзают – 2–3 балла, растения умеренно обмерзают – 4–5 баллов (баллы пересчитаны в соответствии с диагностической шкалой в данной части экологического анализа), растение слабо обмерзает – 6–8 баллов, растение не обмерзает – 9–10 баллов; толерантность растений к действию высоких температур воздуха (перегреву) и дефициту осадков (баллы пересчитаны в соответствии с диагностической шкалой комплексного экоанализа): растения погибли целиком – 1 балл, листья опали в результате засухи – 2–3 балла, большинство листьев полностью засохло, молодые побеги частично тоже подвержены усыханию – 4–5 баллов, у большинства листьев наблюдаются частичные повреждения – 6–7 баллов, наблюдается лишь потеря тургора – 8–9 баллов, растения не реагируют на засуху – 10 баллов; степень декоративности: очень низкая – 1–2 балла, низкая – 3–5 баллов, средняя – 6–8 баллов, высокая – 9–10 баллов; подверженность воздействию вредителей, болезней, механических повреждений: наличие некрозов, сильные поражения вредителями и механическими воздействиями – 1–4 балла, наличие краевого или точечного изменения листьев – 5–7 баллов (умеренный уровень биологических и механических повреждений), относительно неповрежденные (здоровые) растения – 8–10 баллов; жизненное состояние растений: сухостойные растения – 1–2 балла, отмирающие растения – 3–4, ослабленные – 5–6, незначительно ослабленные – 7–8 и здоровые растения – 9–10 баллов.

Соответственно, все десять показателей составляют максимально 100 баллов. Шкала комплексной экологической оценки устойчивости имеет итоговый вид: 75–100 баллов – высоко устойчивые растения, адаптивный потенциал которых полностью реализуем в погодноклиматических и антропогенных условиях региона, 51–74 балла – растения со средней устойчивостью, до 50 баллов – низкая устойчивость растений.

По результатам комплексного анализа экологической устойчивости исследованных представителей древесных растений составлены соответствующие ряды по снижению диагностических баллов, характеризующих снижение уровня данного комплексного диагностического критерия. Ряды балльной экологической оценки видов растений дифференцированы по функциональным зонам урбосистем района исследований. В данной части работы использована идея рейтингового распределения показателей экологической устойчивости растений, предложенная Р.В. Кузнецовым [Кузнецов, 2009], но значительно

модифицированная, согласно задачам, положениям и собственным результатам биоэкологических исследований.

Результаты выполненных биоэкологических исследований обрабатывались с помощью вариационной статистики [Пузаченко, 2004], в том числе с использованием программного пакета MS Excel 2018. Средние арифметические значения показателей определялись в 95%-ном доверительном интервале.

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

4.1. Анализ видового состава древесных растений

Исследование и анализ видового состава искусственных экосистем позволяет определить некоторые их особенности, прежде всего, специфичность их структуры, организации, направления развития сообществ. Последнее, как правило, прямо либо косвенно связано с различным характером эксплуатационной и преобразующей деятельности общества, изменяющей окружающую среду и экологические системы в ней [Григорьевская, 2004; Боговая, Теодоронский, 2014; Кальжанова и др., 2017; Прохоренко и др., 2017]. В экологическом плане большое значение имеет изучение видового состава древесных растений в экосистемах городов и сел, где сконцентрирована подавляющая доля населения, в том числе в пределах Воронежского Прихоперья. Эти организмы в составе древесных насаждений во многом составляют организационную и функциональную основу культурных фитоценозов и, в целом, урбоэкоэкосистем.

Анализ видового состава древесных растений в урбоэкоэкосистемах Воронежского Прихоперья позволяет оценить перспективы использования ресурсов насаждений, определить степень важности их сохранения и выявить необходимость создания новых популяций ценных в эксплуатационном и экологическом отношении видов. Основными параметрами экологического анализа древесных насаждений в районе исследований является выявление ее систематической, фитоценотической, географической и биоморфологической структуры.

Видовой состав древесных растений, используемых для озеленения г. Новохоперск, г. Борисоглебск, п. г. т. Грибановский, г. Поворино, сложился в ходе эксплуатационно-техногенных воздействий и благодаря лимитирующему влиянию природно-климатических факторов. Эксплуатационно-техногенные воздействия составили совокупную группу антропогенных факторов преобразования растительности в местах локализации данных природно-технических систем. В первую очередь, такие воздействия обусловлены строительной, производственно-хозяйственной, ремонтно-обслуживающей, транспортной и прочими видами производящей и природопользовательской деятельности муниципальных служб и частных организаций. Градопланировочные работы и архитектурно-дизайнерские решения за весь период существования рассматриваемых населенных пунктов, по сути, инициировали конструирование искусственных наземных фитоценозов, призванных решать задачи комфортной организации пространства населенных мест и их озеленения.

Целенаправленные работы по озеленению поселений Воронежской области в советский период фактически определили соответствующее видовое разнообразие озеленительного ассортимента в деле ландшафтно-планировочного и эстетического оформления парков, скверов, улиц, дворов и прочих территориальных единиц. Среди природных факторов, определяющих организацию и функциональность культурных фитоценозов и отдельных видов растений, ведущая роль принадлежит природно-климатическим особенностям района исследований (ответные реакции растений на них в форме адаптаций рассмотрены в пунктах 5.1, 5.2). В связи с этим состав древесных насаждений населенных мест района исследований следует дифференцировать на группы аборигенных и заносных (адвентивных) видов.

В результате маршрутных обследований территории города Новохоперск зарегистрировано 163 видов деревьев и кустарников, относящихся к 76 родам и 32 семействам; в Борисоглебске – 149 видов, относящихся к 71 родам и 29 семействам; в Грибановском – 103 видов, относящихся к 55 родам и 25 семействам; в Поворино – 110 видов, входящих в 60 родов и 25 семейств. Данные учетов и идентификации видового состава древесных растений приведены в приложении 1, в таблице 1.1.

Систематический анализ древесно-кустарниковой флоры показал, что основу древесных насаждений Новохоперска составляют представители покрытосеменных растений (Angiospermae) – 91,4%, в Грибановском – 93,2, в Поворино – 94. В Борисоглебске она достигает 91,3%. Доля представителей голосеменных растений (Gymnospermae) невелика: 8,6; 6,4; 6; 8,7%, соответственно, в этих поселениях (таблица 1). Данная особенность определяется расположением района исследования в степной зоне и на границе с лесостепной природной зоной, природно-климатические условия которых лимитируют состав представителей древесных растений. Кроме этого, посадочный ассортимент озеленителей также был достаточно ограниченным. Поэтому данные факторы представляют значимость в совокупности.

Таблица 1 – Состав представителей древесных насаждений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья (2011–2019 гг.)

Населенные пункты	Отделы					
	Gymnospermae			Angiospermae		
	семейства	роды	виды	семейства	роды	виды
г. Новохоперск	3	7	14	29	69	149
г. Борисоглебск	3	7	13	26	64	136
п. г. т. Грибановский	2	4	7	23	51	96
п. Поворино	2	4	7	23	56	103

В таблицах 1.2–1.5 приложения 1 отражены данные о спектрах ведущих семейств представителей древесных растений в урбоэкосистемах района исследований. Ведущее

положение в спектре занимает семейство *Rosaceae*, насчитывающее от 28 до 44 видов. Это достигает от 27 до 28,3% в составе древесных насаждений поселений Воронежского Прихоперья. Семейство *Rosaceae* – одно из крупных семейств цветковых растений. Обследования показали, что виды, принадлежащие к этому семейству, достаточно распространены в природных сообществах. Представители данной систематической группы растений встречаются в разнообразных биогеоценозах степной и лесостепной зон субрегиона исследования, где представляют значимость в биоценоотическом и хозяйственном планах. В населенных пунктах Воронежского Прихоперья данное семейство, занимающее ведущее место, имеет наибольшее число видов плодово-ягодных, лекарственных и витаминосодержащих культур.

На втором месте представители семейства *Caprifoliaceae* (9,2–10,0%). Представители данного семейства наиболее красочны в течение своего развития и поэтому в последнее время представляет большой интерес в озеленительной практике. Это растения с большим количеством красивых и ароматных цветков и ярких, красочных плодов. Далее по разнообразию видов следуют семейства *Salicaceae* (8,3–9,7%), *Pinaceae* (3,6–6,0%), *Oleaceae* (3,9–6,4%), *Fabaceae* (4,4–4,8%), каждое из которых включает от 4 до 15 видов.

Велика роль в составе древесных насаждений района исследований представителей семейства *Pinaceae*. Растения данного семейства являются весьма декоративными и обладают ресурсной значимостью ввиду ценных качеств их древесины и декоративности.

Данные о спектрах ведущих родов дендрофлоры населенных пунктов района исследований представлены в таблицах 1.6–1.9 приложения 1.

Анализ спектра ведущих родов древесных растений показал, что «лидирует» семейство *Rosaceae* – 16–19 родов (25,3–29,1%). Второе место разделили представители родов из семейств *Caprifoliaceae* (6,6–8,4%) и *Fabaceae* (6,8–8,6%). Среди наиболее крупных родов, которые отличаются по числу видов, можно выделить *Populus* (4–4,5%), *Salix* (3,7–4,8%), *Rosa* (3,6–5,6%), *Acer* (2,7–3,3%), *Picea* (2,5–2,9%), *Ulmus* (2,5–3,9%).

Виды из родов *Populus* и *Salix* не только широко распространены в естественных местообитаниях, но также на различных территориях культивируются. Они отличаются высокой стойкостью к дымам и загазованности в урбаносреде. Все виды рода *Populus* – деревья первой величины. Среди них есть как виды, встречающиеся в естественных фитоценозах (*Populus alba*), так и виды, известные только в культуре и являющиеся результатом селекции (*P. pyramidalis*).

Таким образом, наибольшим разнообразием видов древесных растений в районе исследований обладают Новохоперск, город с населением жителей 7 тыс. человек (163 вида) и г. Борисоглебск с численностью жителей 61 тыс. человек (149 видов), наименьшим – г.

Поворино с населением 17 тыс. жителей (110 видов). По сравнению с областным центром с населением более 1 млн. человек, конечно, видовой состав данных небольших поселений, расположенных на относительном удалении от него, можно считать относительно скудным. В городе Воронеже учтено 535 видов древесных растений [Лисова, 2009; Трегубов, 2014].

При этом в урбосистемах района исследований созданы линейные (придорожные и уличные) посадки, а также площадные (скверы, парки, сады и т.п.) и иного рода озеленительные структуры (на прилегающих участках к коммунально-складским и инженерно-коммуникационным объектам, гаражным кооперативам, общественно-деловым зданиям, дачные массивы и т.п.). Основу древесных насаждений составляют следующие растения: *Fraxinus excelsior*, *Ulmus laevis*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *A. tataricum*, *A. saccharinum*, *A. campestre*, *Salix acutifolia*, *S. caprea*, *Malus sylvestris*, *Cotinus coggygia*, *Padus avium*, *Corylus avellana*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *P. pyramidalis*, *P. nigra*, *T. platyphyllos*, *Spiraea crenata*, *Prunus spinosa*, *Frangula alnus*. Их общая доля в древесных насаждениях района исследований составляет 74%. То есть, по сути, эти растения определяют состав, структуру и функциональность древесных насаждений поселений Воронежского Прихоперья. Из данного перечня первые четыре вида в составе древесных насаждений занимают 67% по количеству особей. 26% в древесных насаждениях составляют остальные учтенные представители древесных растений, в том числе инвазионные *Acer negundo* и *Fraxinus pennsylvanica*.

Ведущее значение в видовом разнообразии древесных насаждений урбанизированных территорий Воронежского Прихоперья принадлежит, в первую очередь, результатам озеленительных работ в предшествующие десятилетия. В меньшей степени на видовой состав древесных растений в озеленительных композициях урбосистем сказывается создание их локальных, по существу, единичных посадок, производимых жителями в инициативном порядке. Отдельные экземпляры не используемых в озеленении растений (*Thuja occidentalis*, *Spiraea salicifolia*, *Hydrangea arborascens*, *Philadelphus coronarius*, *Weigela florida*) встречаются на внутривидовых территориях, садовых и дачных участках, около частных владений – домов, торговых точек, учреждений коммерческих услуг и т.п.

В озеленении урбанизированных территорий района исследования прослеживается четкая тенденция к насыщенности древесных насаждений видами из семейства *Rosaceae*, которые обладают высокими декоративными качествами в течение всего вегетационного периода, обильным плодоношением, сравнительной неприхотливостью и быстрым размножением. Также относительным видовым разнообразием исследуемой группы растительных организмов, как показали маршрутные учеты, характеризуются семейства *Caprifoliaceae*, *Pinaceae*, *Fabaceae*, *Oleaceae*, *Salicaceae*. Наибольшей насыщенностью видами древесных растений обладают роды *Populus*, *Salix*, *Rosa*, *Populus*, *Ribes*.

4.2. Анализ видового состава адвентивного компонента древесных насаждений

Поселения района исследований расположены в зоне степи (Новохоперск, Поворино) и на границе с лесостепью (Грибановский, Борисоглебск), где смешанные и широколиственные леса сочетаются с остепненными лугами и луговыми степями. В поселениях Воронежского Прихоперья очевидны результаты введения в культуру ранних видов древесных растений. В итоге в составе урбозкосистем данного субрегиона произрастают представители адвентивных древесных растений. Культивирование их определяется имеющимся у озеленителей соответствующего посадочного ассортимента и предпочтениями отдельными жителями в озеленении (частных и прилегающих к ним участков). Интерес частных лиц к интродукции обусловлен потребностями в придомовом озеленении, декоративном и плодово-ягодном садоводстве, создании небольших цветников из кустарников разных видов и т.п.

Как видно из таблицы 1.10, размещенной в приложении 1, в составе адвентивного компонента древесных насаждений г. Новохоперск насчитывается 110 видов из 27 семейств и 68 родов, в г. Поворино – 68 видов из 19 семейств и 45 родов, в п. г. т. Грибановский – 65 видов из 20 семейств и 45 родов. В городе Борисоглебск древесные насаждения представлены 98 адвентивными видами из 24 семейств и 63 родов.

По видовому разнообразию лидирующее положение занимают представители семейства *Rosaceae* – 27 (19%); 25 (25,5%); 16 (24,6%); 16 (23,5%). Увеличение роли представителей семейства *Rosaceae* в урбозкосистемах Воронежского Прихоперья объясняется использованием многих из их в озеленении в качестве декоративных растений, живых изгородей и плодово-ягодных культур в садах, скверах, в приусадебных территориях, а также использование в виде различных типов посадок на улицах и во дворах мало- и многоэтажных домов, реже – около общественно-деловых учреждений. Это, например, *Armeniaca vulgaris*, *Cerasus vulgaris*, *Spiraea salicifolia*, *Cotoneaster lucidus*, *Prunus divarica*, *Crataegus monogyna*, *Malus domestica*, *Padus virginiana*. Представители семейства *Caprifoliaceae* с соответствующими долями в составе древесных насаждений – 12 (10,9%); 11 (11,3%); 6 (9,1%); 9 (13,2%) – занимают второе положение в списке ведущих семейств. Это такие виды, как *Lonicera caprifolium*, *Sambucus nigra*, *Symphoricarpos albus*, *Viburnum lantana*, *Weigela praecox*. Третье место разделили представители семейства *Pinaceae* (8; 7,4%); 8 (8,2%); 4 (6,2%); 3; (4,4%) и *Oleaceae* (8; 7,4%); 7 (7,1%); 3 (4,6%); 6 (8,9%) в данных населенных пунктах.

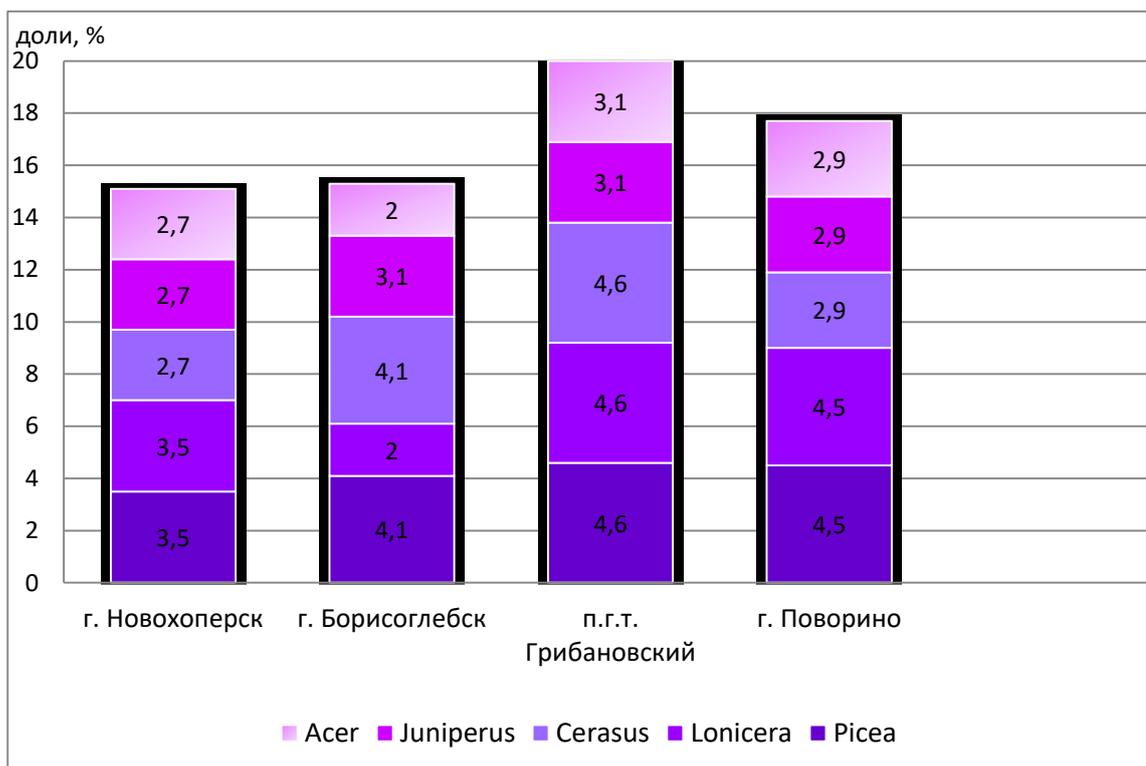


Рисунок 3 – Ведущие роды представителей адвентивных древесных растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья, % (2011–2019 гг.)

Спектр ведущих родов в составе адвентивной фракции, как следует из таблицы 1.10 (приложение 1) и из рисунка 3, показывает определенную тенденцию формирования адвентивной фракции дендрофлоры городов в районе исследований. Это равномерная интродукция декоративных, пищевых и представителей других хозяйственно значимых групп растений (представители родов *Picea*, *Cerasus*, *Lonicera*, *Acer*, *Juniperus*).

Следует добавить, что растений с инвазионными признаками [Григорьевская и др., 2013; Лепешкина и др., 2014; Майоров и др., 2013; Виноградова и др., 2010, 2015; Письмаркина, Силаева, 2015] в урбоэкосистемах района исследований зарегистрировано 56 видов (таблица 1.12 приложения 1).

Представители хвойных (*Picea abies*, *Larix sibirica*), относимых к инвазионным к Воронежской области [Лепешкина и др., 2014], в природных экосистемах Воронежского Прихоперья не были встречены. Эти растения незначительно использованы в насаждениях рекреационных объектов и прилегающих участков к отдельным общественным зданиям, то есть встречаются редко. В районе исследований наибольшее предпочтение в озеленении среди растений с инвазионными признаками, как стало известно в последние десятилетия (это следует из публикаций авторов, приведенных выше), отдавалось *Acer negundo*, *Berberis vulgaris*, *Cornus alba*, *Crataegus sanguinea*, *Fraxinus pennsylvanica*, *F. lanceolata*, *F. americana*, *Populus*

balsamifera и ряду других видов древесных растений. Распространенность преимущественно в частных жилых массивах, реже во дворах многоэтажных домов, на дачных участках в поселениях района исследований плодовых и лекарственных древесных растений (*Aronia mitschurinii*, *Cerasus avium*, *C. tomentosa*, *C. vulgaris*, *Hyppophae rhamnoides*, *Malus domestica*, *Prunus cerasifera*, *P. domestica*, *Pyrus communis*, *Ribes aureum*, *R. rubrum*) связана с их культивированием, основном, в пищевых целях, (реже) для приготовления жителями целебных и общеукрепляющих средств (народно-медицинская значимость), а также для декоративного оформления придомовых участков.

Анализ результатов исследования видового состава в данной части работы позволил выявить следующее. В исследуемых населенных пунктах, относящихся к категории малых городов и поселков, установлено относительное разнообразие древесных растений – представителей природной флоры: в Новохоперске – 110 видов, в Борисоглебске – 98, в Грибановском – 65, в Поворино – 68 видов. В составе древесных насаждений урбосистем адвентивные виды занимают значимое положение. Их соотношение с представителями природной дендрофлоры в числовом и процентном выражениях составляет: 110 адвентивных видов к 163 видам аборигенных растений – в г. Новохоперск, 68 адвентивных видов к 103 видам аборигенных растений – в п. г. т. Грибановский, 68 адвентивных видов к 110 видам аборигенных растений – в г. Поворино, 98 адвентивных видов к 149 видам древесных растений из местной флоры – в г. Борисоглебск. Доля адвентивной фракции в составе древесных насаждений составляет: 61,3% в Новохоперске, 65,8% – в Борисоглебске, 63,1% – в Грибановском, 61,8% – в Поворино. Это свидетельствует о значительной роли антропогенных факторов, инициировавших процесс адвентизации урбанофлоры Воронежского Прихоперья в настоящее время.

4.3. Анализ состава геоэлементов в древесных насаждениях

В настоящий момент культурная дендрофлора в средней полосе России представлена, как аборигенными видами, так и интродуцированными растениями из разных регионов мира [Лисова, 2009; Федорова, Михеева, 2008; Давыдова, 2014; Трегубов и др., 2014]. В биоэкологическом анализе видового состава древесных растений культурной дендрофлоры, в том числе урбанофлоры как функционального (обеспечивающего экологический баланс) компонента городских природно-антропогенных экосистем, большое значение имеет оценка географических источников (геоэлементов) представителей зеленых насаждений, дифференцированно соответствующим населенным пунктам.

Результаты географического анализа древесных растений в урбоэкосистемах района исследований представлены в таблицах 1.13–1.16 (приложение 1) и далее на рисунках 4–7.

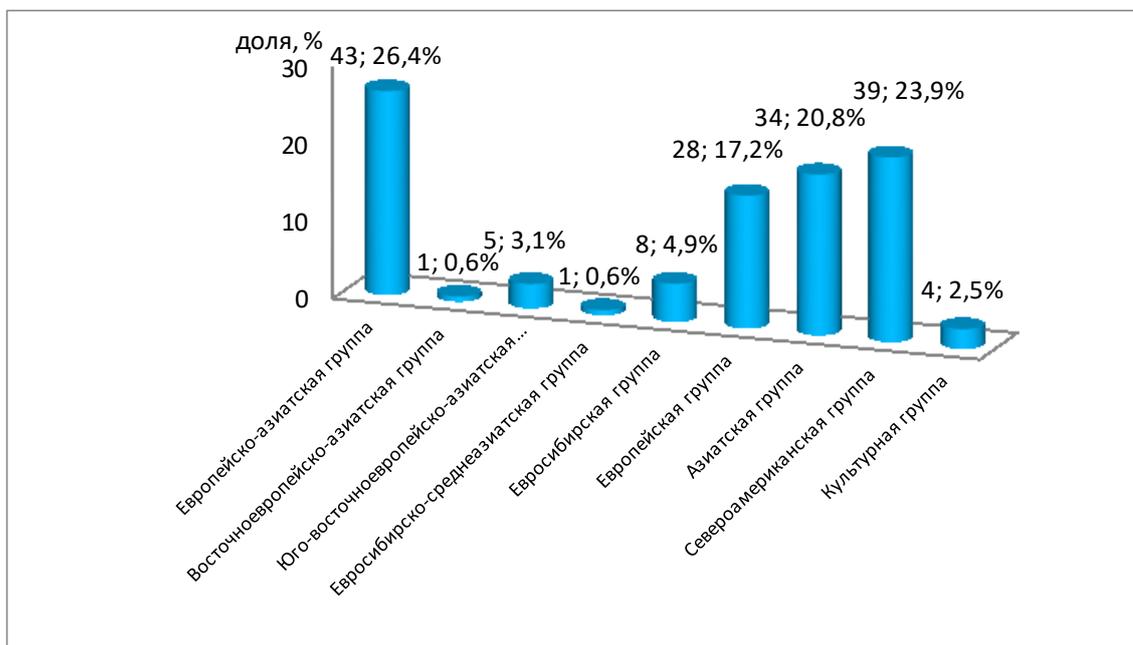


Рисунок 4 – Соотношение геоэлементов представителей древесных насаждений г. Новохоперск, % (2011–2019 гг.)

Из рисунка 4 следует, что в Новохоперске максимально представлены древесных насаждениях виды европейско-азиатской (26,4%), североамериканской (23,9%) и азиатской (20,8%) групп. Европейские виды древесных растений составляют 17,2%.

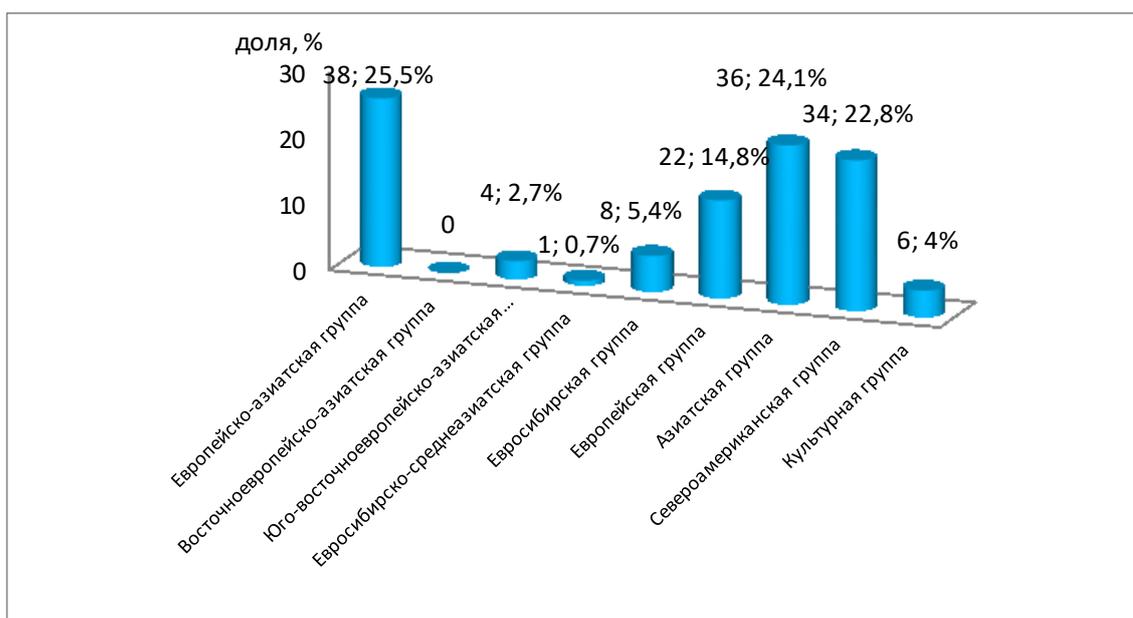


Рисунок 5 – Соотношение геоэлементов представителей древесных насаждений г. Борисоглебск, % (2011–2019 гг.)

Гистограмма данного рисунка показывает максимальное представительство в экосистемах Борисоглебска видов европейско-азиатской (25,5%), азиатской (24,1%) и североамериканской (22,8%) групп. Велика значимость и европейского географического элемента в древесных насаждениях данного города (14,8%).

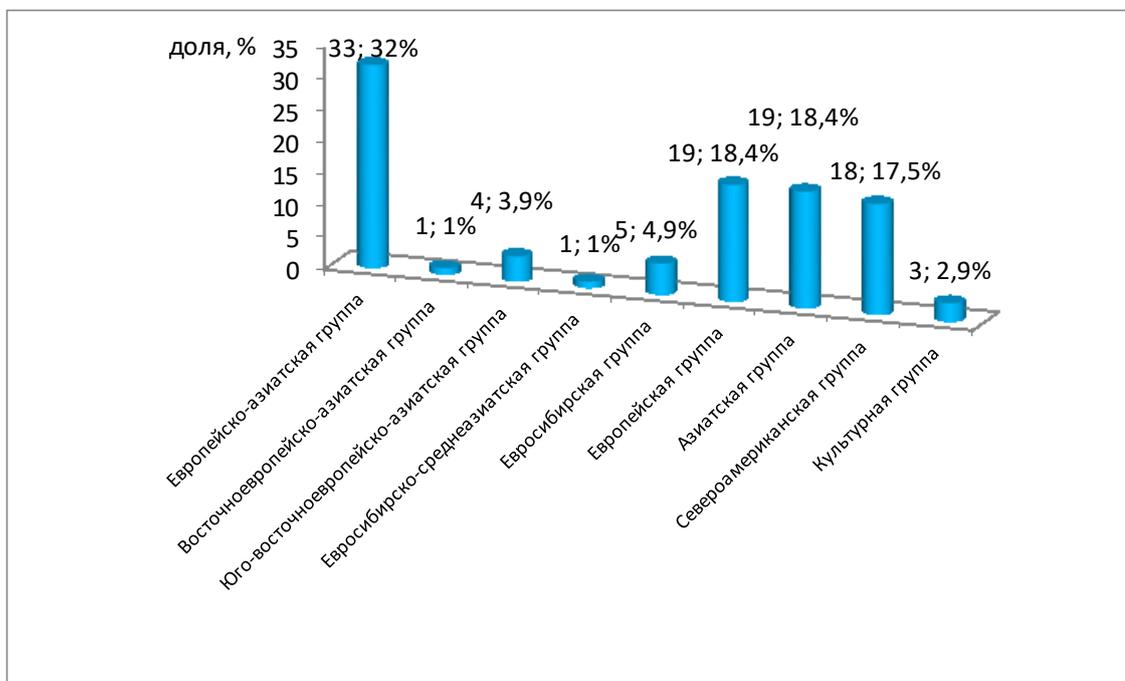


Рисунок 6 – Соотношение геоэлементов представителей древесных насаждений п. г. т. Грибановский, % (2011–2019 гг.)

Рисунок 6 демонстрирует следующее. Максимальное количество видов в древесных насаждениях Грибановского составляют европейско-азиатский (32,0%), европейский (18,4%) и азиатский (18,4%) геоэлементы. К ним по количеству представителей приближен североамериканский геоэлемент (17,5%).

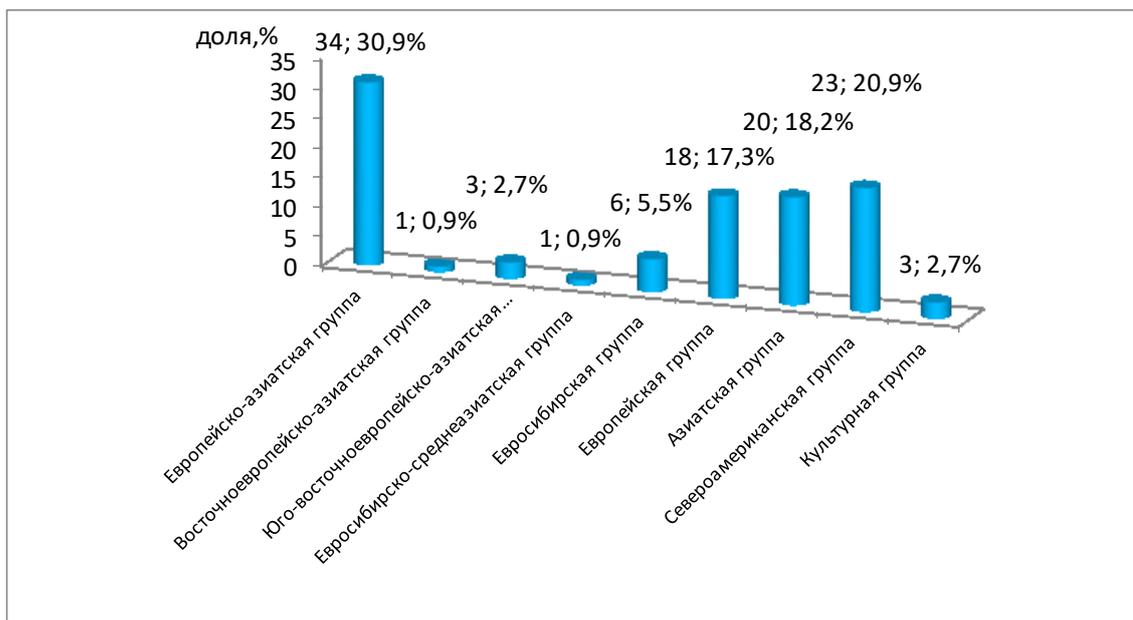


Рисунок 7 – Соотношение геоэлементов представителей древесных насаждений г. Поворино, % (2011–2019 гг.)

Отраженные на рисунке 7 данные о географической структуре древесных насаждений Поворино свидетельствуют о явном доминировании по числу видов европейско-азиатской (30,9%), североамериканской (20,9%), азиатской (18,2%). Групп. Европейская группа видов древесных растений, достигающая в экосистемах этого города 17,3%, таким образом, также является значимой.

Анализируя данные в таблицах 1.13-1.16 в приложении 1 и рисунков выше, констатируем, что основу озеленительных композиций района исследования составляют древесные растения европейско-азиатской группы: 26,4% – в г. Новохоперск; 25,5% – в г. Борисоглебск; 32,0% – в п. г. т. Грибановский и 30,9% – в г. Поворино. Эти виды широко распространены преимущественно в Западной Азии и в умеренно-теплых районах европейского континента. Также они в наибольшей мере представлены в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья.

Главным фактором, ограничивающим их распространение (имеется ввиду без дальнейшего вмешательства человека после введения в озеленение поселений района исследований), выступает увеличивающаяся в восточном направлении континентальность климата. Среди представителей этой группы можно указать *Picea obovata*, *Taxus baccata*, *Acer campestre*, *Betula pendula*, *Euonymus europaea*, *Grossularia reclinata*, *Cerasus avium*, *Prunus spinosa*.

Как видим из рисунков 4–7, значительное участие в образовании дендрофлоры района исследований принимают виды из Северной Америки (23,9; 22,8; 17,5; 20,9%). Внедрение этих видов в урбанофлору района исследований инициировано интродукцией. Представителями этой группы являются *Thuja occidentalis*, *Picea pungens*, *Acer negundo*, *A. sacharinum*, *Rhus typhina*, *Catalpa speciosa*, *Symphoricarpos albus*, *Elaeagnus commutata* Berm, *Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus americana*. Эти виды используются преимущественно в озеленении.

Азиатские по происхождению виды (20,8% – в Новохоперске; 24,1% – в Борисоглебске; 18,4% – в Грибановском; 18,2% – в Поворино) занимают третье место. К ним относят *Berberis thunbergii*, *Weigela florida*, *Caragana arborescens*, *Hydrangea paniculata*, *Juglans mandshurica*, *Morus alba*, *Forsythia sieboldii*.

Среди геоэлементов европейской группы (процентные доли следуют в аналогичном порядке поселений района исследований: 17,2; 14,8; 18,4; 17,3%) следует отметить виды: *Tilia platyphyllos*, *Padus avium*, *Crataegus monogina*, *S. josikaea*, *Philadelphus coronaries*, *Aesculus hippocastanum*, *Viburnum opulus*.

Виды, известные только в культуре (процентные доли древесных растений в том же порядке населенных пунктов: 2,5; 4,0; 2,9; 2,7%), имеют большое хозяйственное значение для жителей района исследований. Это, в частности, *Prunus domestica*, *P. cerasifera*, *Cerasus avium*, *C. vulgaris*, *Malus domestica*. Они используются в качестве пищевых и декоративных растений, а также на некоторых территориях (частные сектора, дворы мало- и многоэтажных домов, дачные массивы, антропогенно-техногенные пустыри – брошенные домовладения, канавы, заброшенные складские территории, недострои, места расположения бывших предприятий и т.п.) составлять основу групповых посадок и стихийных зарослей (по сорным местам, бросовым участкам, в частных секторах и т.п.).

В целом, наблюдается вселение в рассматриваемые урбэкоэкосистемы древесных растений с запада, юга европейской части России и из других регионов мира. Расположение городов района исследования в степной и лесостепной природных зонах в следствие специфики местных природно-климатических условий определяет абсолютное отсутствие арктических видов древесных растений.

Таким образом, в урбосистемах района исследования могут произрастать многие виды древесных растений, причем различного происхождения. Это подтверждено данными учетов древесных растений и результатами анализа их географических элементов в насаждениях. Анализ состава и биогеографических особенностей рассматриваемых населенных пунктов и обобщение литературных источников по Воронежскому региону [Федорова, Михеева, 2008; Трегубов и др., 2014] позволили выделить наиболее перспективные для широкого введения в озеленение в районе исследований представителей древесных растений: *Salix caprea*, *S.*

acutifolia, *Acer campestre*, *A. tataricum*, *A. saccharinum*, *A. platanoides*, *Fraxinus excelsior*, аборигенные виды из рода *Ulmus* L., *Betula alba*, *B. pendula*, *Populus tremula*, *P. nigra*, *P. pyramidalis*, *Quercus robur*, *Juniperus communis*, *Picea pungens*, *P. obovata*, *Larix deciduas*. Их можно рекомендовать к повсеместному введению в культуру района исследований.

Полученные сведения о видовом составе древесных насаждений и результаты его географического анализа могут составить научно-теоретическую основу в деятельности муниципальных служб по инвентаризации зеленых насаждений разных категорий использования в населенных пунктах района исследований. Также эти данные необходимо использовать на этапах научного обоснования и разработки планов обновления и реконструкции зеленых насаждений различных категорий пользования в городах и поселках Воронежского Прихоперья.

4.4. Спектр жизненных форм древесных растений

Эволюционно древесные растения в процессе реализации своего адаптационного потенциала к условиям среды обитания, в том числе посредством морфологических адаптаций, выработали различные приспособительные особенности. Жизненные формы (ЖФ) характеризуются видоспецифичностью и отражают общий характер приспособленности организмов к средовым факторам, в том числе в антропогенно трансформированных условиях [Кулагин, 2006; Герасимова, 2016]. Спектр ЖФ совместно с комплексом экологических групп древесных растений демонстрируют особенности экологической структуры образуемых ими сообществ.

Как уже было указано в пункте 1.1, древесные растения являются ключевым структурно-организационным и эколого-функциональным компонентом городских экосистем. Средовые условия последних являются в определенной мере трансформированными в сравнении с природными экологическими системами. В данном случае анализ спектра ЖФ дает возможность оценить особенности и пригодность урбанизированной среды для роста, развития и реализации экологического потенциала древесных растений в современных условиях городской застройки и антропогенной деятельности [Кулагин, 2006; Бухарина, 2009; Гурьева, 2013; Гудзенко, 2016]. В результате приспособлений к условиям среды формируется внешний вид деревьев и кустарников. От габитуса напрямую зависит декоративность и эколого-защитные функции растений, используемых в озеленении, благоустройстве и структурно-планировочной организации насаждений в современных урбосистемах [Грищенко, 2008; Гонтарь, 2013; Драчева, 2011; Давыдова, 2014]. Способности древесных растений развивать характерные им ЖФ во многом определяют состояние, ресурсные качества,

устойчивость данных организмов и образуемых ими растительных сообществ в городской среде [Lyubenova et al., 2016].

В ходе исследований установлен спектр ЖФ у представителей культурной дендрофлоры Воронежского Прихоперья. ЖФ учтенных древесных растений, согласно данным инвентаризации видового состава и обследований их посадок, распределены на две группы: древесные и полудревесные.

На основании анализа состава древесных насаждений и экологических условий в изученных нами населенных пунктах было выяснено, что спектр их ЖФ сформирован 11 наименованиями (приложение 1, таблица 1.1). Способность древесных растений развить присущие им ЖФ является одним из основных результатов реализации биоэкологического потенциала в местах произрастаний.

На рисунке 8 отражено распределение древесных растений по соответствующим ЖФ в городе Новохоперск.

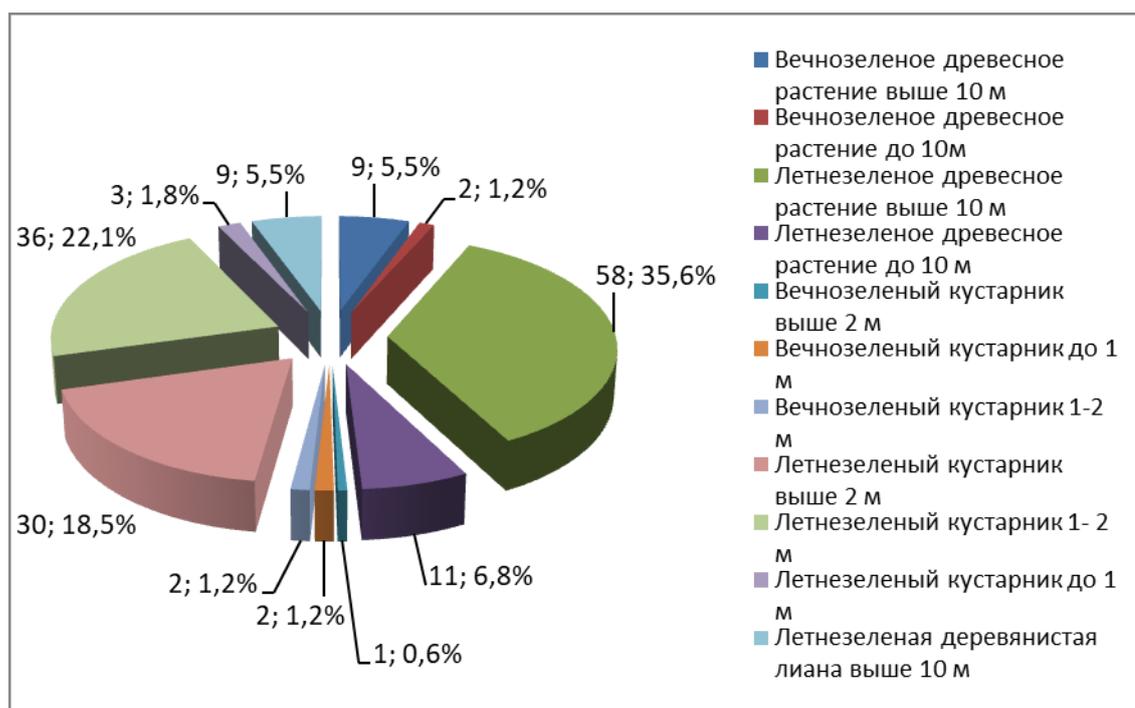


Рисунок 8 – Соотношение ЖФ древесных растений в г. Новохоперск, % (2011–2019 гг.)

Из рисунка 8 следует: максимальное число видов представляет летнезеленые древесные растения (деревья) выше 10 метров (35,6%). За ними следуют летнезеленые кустарники высотой в 1–2 метра (22,1%), летнезеленые кустарники выше 2 метров (18,5%), летнезеленые древесные растения до 10 метров (6,8%).

Рисунок 9 содержит в себе данные о соотношении древесных растений с соответствующими ЖФ в городе Борисоглебск.

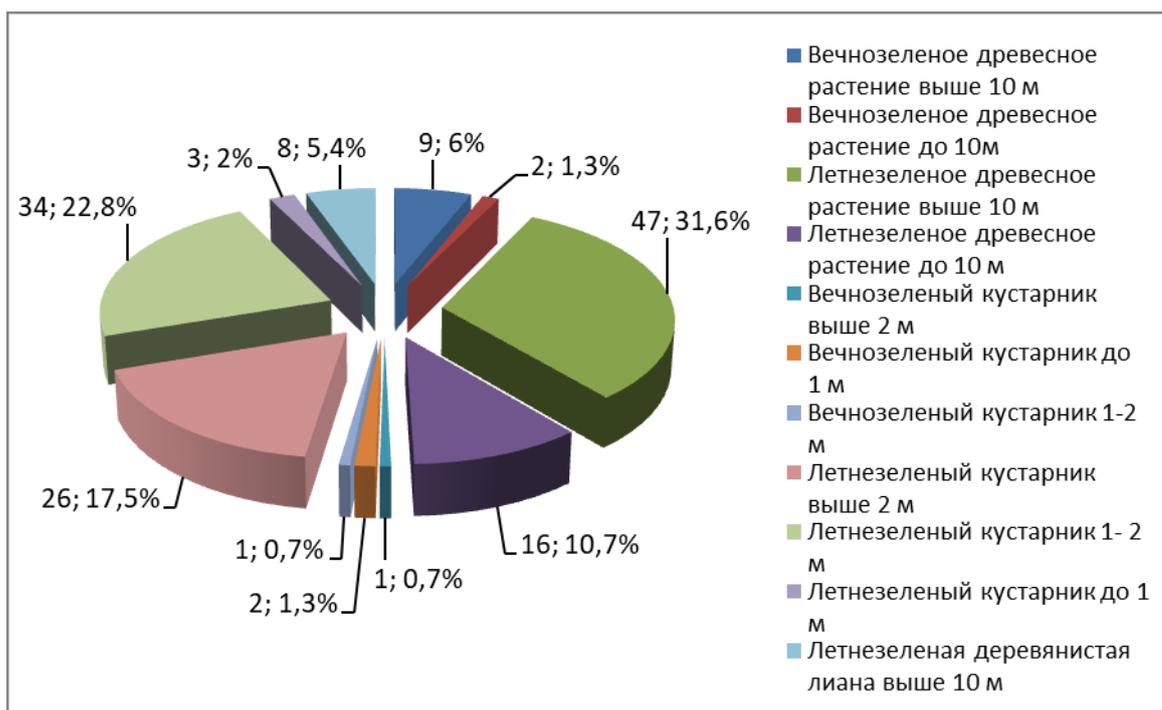


Рисунок 9 – Соотношение ЖФ древесных растений г. Борисоглебска, % (2011–2019 гг.)

Этот рисунок показывает явное доминирование в экосистемах города растений с ЖФ летнезеленые деревья выше 10 м (31,6%). Кроме того, значимое количество представляют летнезеленые кустарники 1–2 м (22,8%), летнезеленые кустарники выше 2 м (17,5%), летнезеленые деревья до 10 м – 10,7%.

Следующий рисунок (10) демонстрирует распределение ЖФ древесных растений в экосистемах поселка городского типа Грибановский.

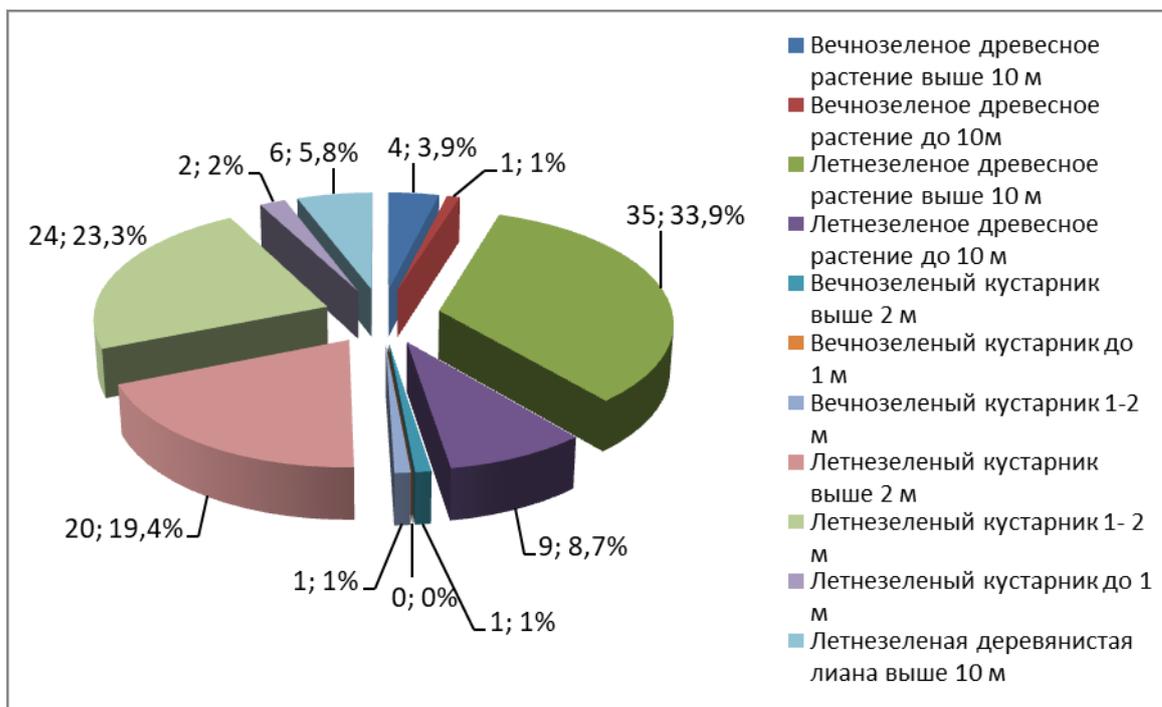


Рисунок 10 – Соотношение ЖФ древесных растений п. г. т. Грибановский, % (2011–2019 гг.)

Диаграмма этого рисунка свидетельствует о преобладании видов с ЖФ летнезеленые деревья выше 10 м (33,9%) и летнезеленые кустарники в 1–2 м (23,3%). Относительно значимое положение в экосистемах этого поселка занимают виды с ЖФ летнезеленых кустарников выше 2 м (19,4%) и летнезеленых деревьев до 10 м (8,7%).

Соотношение древесных растений разных ЖФ в экосистемах города Поворино представлено в форме рисунка 11.

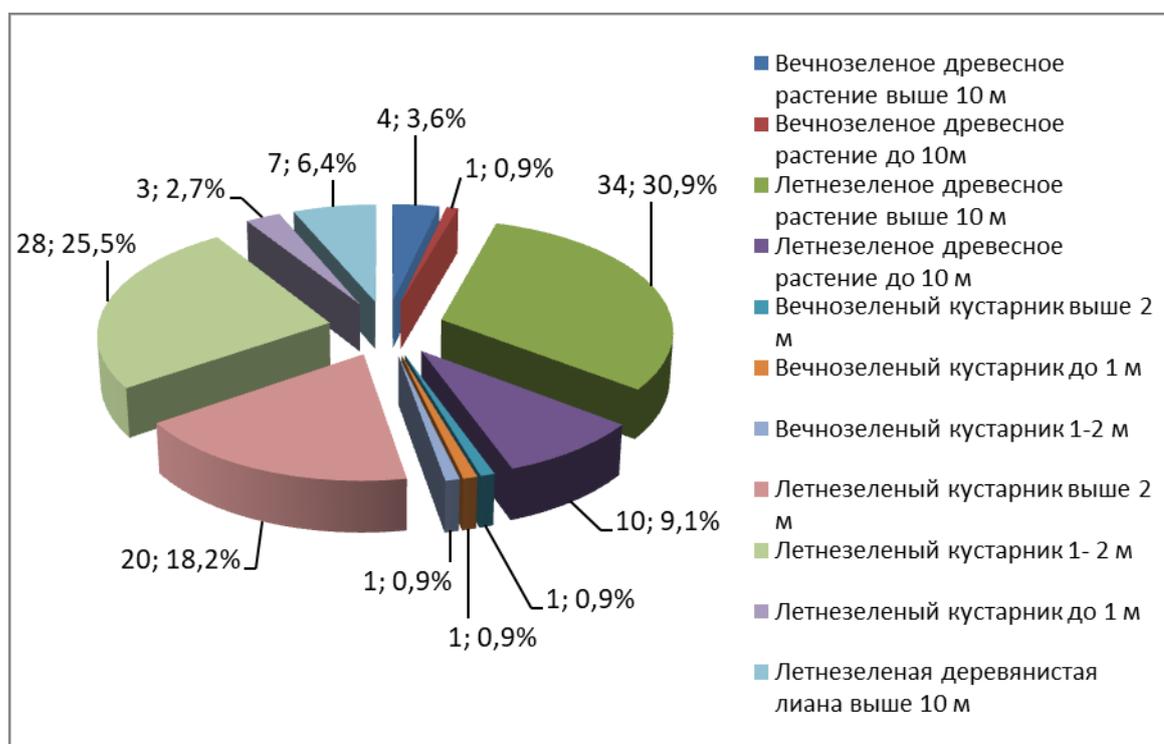


Рисунок 11 – Соотношение ЖФ древесных растений г. Поворино, % (2011–2019 гг.)

Как и в предыдущих случаях, в данном населенном пункте доминируют древесные растения, развивающие ЖФ: летнезеленые деревья высотой более 10 метров (30,9%), летнезеленые кустарники высотой до 1–2 метров (25,5%). В сравнении с представителями остальных растений с соответствующими жизненными формами по количеству видов значимы летнезеленые кустарники выше 2 метров (18,2%), летнезеленые деревья до 10 метров (9,1%).

Таким образом, как следует из рисунков 8–11, преобладающими ЖФ являются деревья соответствующих высот. Количественно они распределены по урбоэкосистемам района исследований следующим образом: в Новохоперске – 80 видов (или 49,0%), в Борисоглебске – 74 вида (50,0%), в Грибановском – 49 видов (47,6%), в Поворино – 49 видов (44,5%).

Среди ЖФ по количеству таксонов районов исследования наиболее разнообразны летнезеленые деревья высотой более 10 м: в г. Новохоперск – 58 видов (35,6%), в г. Борисоглебск – 47 видов (31,6%), в п. г. т. Грибановский – 35 видов (33,9%), в г. Поворино – 34 вида (30,9%). Это виды: *Acer negundo*, *Betula pendula*, *Catalpa speciosa*, *Fraxinus excelsior*, *Malus silvestris*, *Picea alba*, *Robinia pseudoacacia*. Большое число деревьев обусловлено, во-первых, интродукцией ряда видов, которые благодаря своим экологическим особенностям прочно входят в состав урбанofлоры; во-вторых, высокой жизненностью аборигенных видов, которые в большинстве проявляют устойчивость к антропогенному воздействию.

Представителями летнезеленых кустарников высотой от 1 до 2 м. в Новохоперске являются 36 видов (22,1%), в Борисоглебске – 34 вида (22,8%), в Грибановском – 24 вида

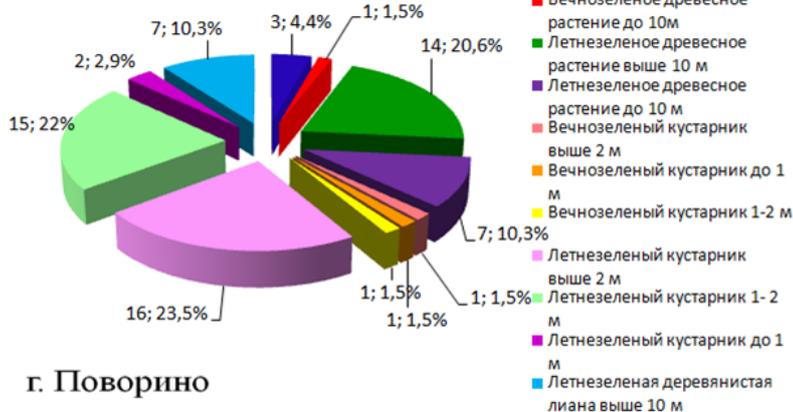
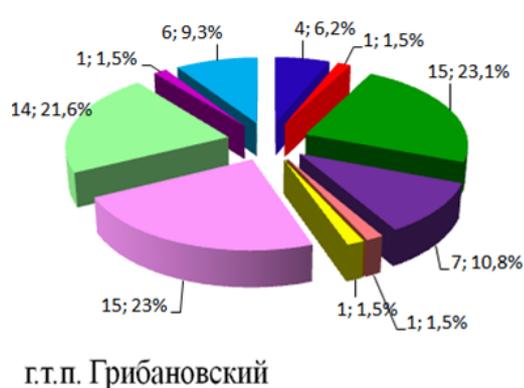
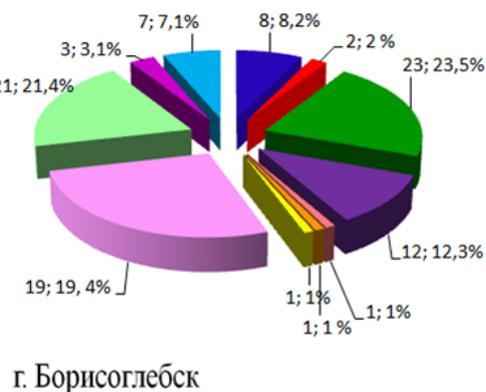
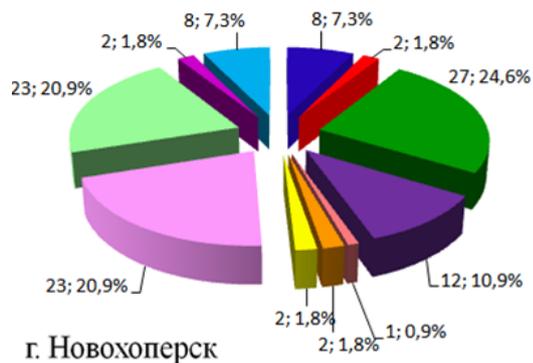
(22,1%), в Поворино – 28 видов (25,5%). Представителями данной группы являются *Berberis thunbergii*, *Cornus alba*, *Cotoneaster lucidus*, *Grossularia reclinata*, *Hydrangea arborascens*, *Rosa canina*.

Летнезеленые кустарники выше 2 м представлены видами: *Amorpha fruticosa*, *Aronia mitschurinii*, *Corylus avellana*, *Crataegus oxyacantha*, *Euonymus europaea*, *Hyppophae rhamnoides*. В г. Новохоперск таких кустарников зарегистрировано 30 видов (18,5%), в г. Борисоглебск – 26 видов (17,5%), в п. г. т. Грибановский – 20 видов (19,4%), в г. Поворино – 20 видов (18,2%).

Наименьшим количеством видов обладают такие ЖФ, как вечнозеленые древесные растения до 10 метров (1–2 вида, или 0,9–2%), вечнозеленые кустарники до 2 метров (1–2 вида, 0,9–1,3%).

Анализ ЖФ по основным группам позволил определить, что большая часть древесных насаждений района исследований представлена летнезелеными древесными растениями, определяющими декоративный и средообразующий эффект зеленых зон поселений района исследований. Наиболее значимыми видами в составе древесных насаждений являются *Acer platanoides*, *A. negundo*, *Betula pendula*, *Ulmus laevis*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Aesculus hippocastanum*, *Malus silvestris*, *Populus alba*, *Robinia pseudoacacia*. Эти виды, представленные жизненной формой летнезеленых деревьев, составляют организационную и функциональную основу древесных насаждений.

Также биоморфологический анализ древесных растений в насаждениях района исследований показал, что лидирующее положение в их адвентивном компоненте занимают летнезеленые деревья выше 10 метров. Дифференцированно населенным пунктам Воронежского Прихоперья летнезеленые деревья выше 10 м в Новохоперске составляют 27 видов (24,6%), в Борисоглебске – 23 вида (23,5%), в Грибановском – 15 видов (23,1%) и в Поворино – 14 видов (20,6%). Они образуют главную составляющую адвентивной фракции городских древесных насаждений в районе исследований. Летнезеленые деревья выше 10 метров представлены следующими видами: *Acer negundo*, *Aesculus hippocastanum*, *Alnus incana*, *Armeniaca manshurica*, *Catalpa speciosa*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Juglans mandshurica* (рисунок 12).



- Вечнозеленое древесное растение выше 10 м
- Вечнозеленое древесное растение до 10 м
- Летнезеленое древесное растение выше 10 м
- Летнезеленое древесное растение до 10 м
- Вечнозеленый кустарник выше 2 м
- Вечнозеленый кустарник до 1 м
- Вечнозеленый кустарник 1-2 м
- Летнезеленый кустарник выше 2 м
- Летнезеленый кустарник 1-2 м
- Летнезеленый кустарник до 1 м
- Летнезеленая деревянистая лиана выше 10 м

Рисунок 12 – Соотношение ЖФ представителей адвентивных древесных растений в районе исследований, % (2011–2019 гг.)

Условное «второе» место разделили летнезеленые кустарники выше 2 м (в г. Новохоперск – 23 вида (20,9%), в п. г. т. Грибановский – 15 видов (23%), в г. Поворино – 16 видов (23,5%)) и летнезеленые кустарники 1–2 м (например, в Борисоглебске – 21 вид, или 21,4%), что обусловлено целенаправленным введением в культуру видов с декоративными признаками. *Syringa vulgaris*, *Physocarpus opulifolius*, *Philadelphus coronaries*, *Symphoricarpos albus*, *Rosa rugosa*, *Juniperus sabina* представлены, как раз, ЖФ летнезеленых кустарников, достигающих высоты, превышающие 2 метра.

В целом, адвентивная фракция древесных насаждений района исследований представлена разными вариантами ЖФ деревьев и кустарников. Проведенный анализ адвентивной фракции древесных насаждений показывает, что наиболее представленными являются виды из семейств Pinaceae, Rosaceae, Caprifoliaceae. Это, в основном, летнезеленые древесные растения выше 10 м, являющиеся светолюбивыми мезотрофами.

Наращение процесса адвентизации дендрофлоры населенных пунктов района исследований сопровождается не только заносом новых видов, но и широким расселением ранее появившихся в растительных сообществах адвентивных видов. В формировании

адвентивной фракции в составе древесных насаждений лидирующее положение занимают виды, которые попали на территорию городов в ходе преднамеренной (при озеленении) и непреднамеренной интродукции (случайно, в результате посадки отдельных экземпляров деревьев и кустарников жителями, работниками общественно-деловых учреждений, владельцами магазинов и т.п).

Для адвентивного компонента древесных насаждений Воронежского Прихоперья на современном этапе характерно преобладание преднамеренно занесенных обществом видов, отличающихся разнообразием ЖФ. Это свидетельствует о наличии потенциальных возможностей для морфологических адаптаций адвентивных видов древесных растений к природно-климатическим и антропогенным условиям местности. Данные организмы активно занимают городские экотопы и внедряются в культурные фитоценозы, с последующим вселением в слабонарушенные местообитания и естественные сообщества, как на территории урбосистем, так и в пригородные территории.

Способность древесных растений, произрастающих в урбанизированной среде, в ходе развития проявлять ЖФ, близкие к таковым в естественной среде произрастания показывает специфику адаптационного спектра данных организмов [Lyubenova et al., 2016.; Данилова, Сабарайкина, 2018]. В нашем случае анализ морфологических особенностей древесных растений установил определенную приспособленность зарегистрированных представителей данной группы организмов к урбанизированным территориям Воронежского Прихоперья. У древесных растений района исследований развиваются ЖФ, близкие к соответствующим реальным (естественным) ЖФ, то есть развиваемых данными организмами в природных сообществах.

Глава 5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УРБОЭКОСИСТЕМАХ ВОРОНЕЖСКОГО ПРИХОПЕРЬЯ

5.1. Экологические группы древесных растений

Особенности адаптаций организмов разных видов растений к средовым факторам, как известно, позволяют объединять их в соответствующие экологические группы [Цыганов, 1983; Григорьевская, 2004; Матвеев, 2006; Клевцова, 2013]. Анализ состава и, в частности, особенностей распределения в разных городах экологических групп растений позволяет получить значительный объем об их экологических особенностях в таких специфичных местообитаниях, как урбанизированные территории.

Территориальный аспект в анализе соотношения экологических групп древесных растений в населенных пунктах раскрывает спектр их адаптаций в зависимости от видовой принадлежности, особенностей использования и специфики самой урбанизированной среды в районе исследований. Соотношение экологических групп древесных растений предоставляет возможность раскрыть специфику экологической структуры образуемых ими сообществ применительно к урбанизированным территориям, что представляет большое значение в районе исследований.

Для решения задачи оценки приспособленности древесных растений к условиям городской среды проанализировано соотношение групп растений по следующим экологическим параметрам: по способам внедрения, к условиям почвенного плодородия, по отношению к увлажнению почвенного покрова, к условиям освещенности, по отношению к температурным условиям.

Адвентивный элемент в условиях Воронежского Прихоперья является неотъемлемой частью урбанофлоры населенных пунктов, входящий в состав насаждений в промышленных, селитебных и рекреационных функциональных зон. Исследования показали, что по степени внедрения и способу занесения адвентивные виды древесных растений составляют ряд экологических групп, характеризующих специфику адаптации их к местным условиям. Эти данные отражены на рисунке 13.

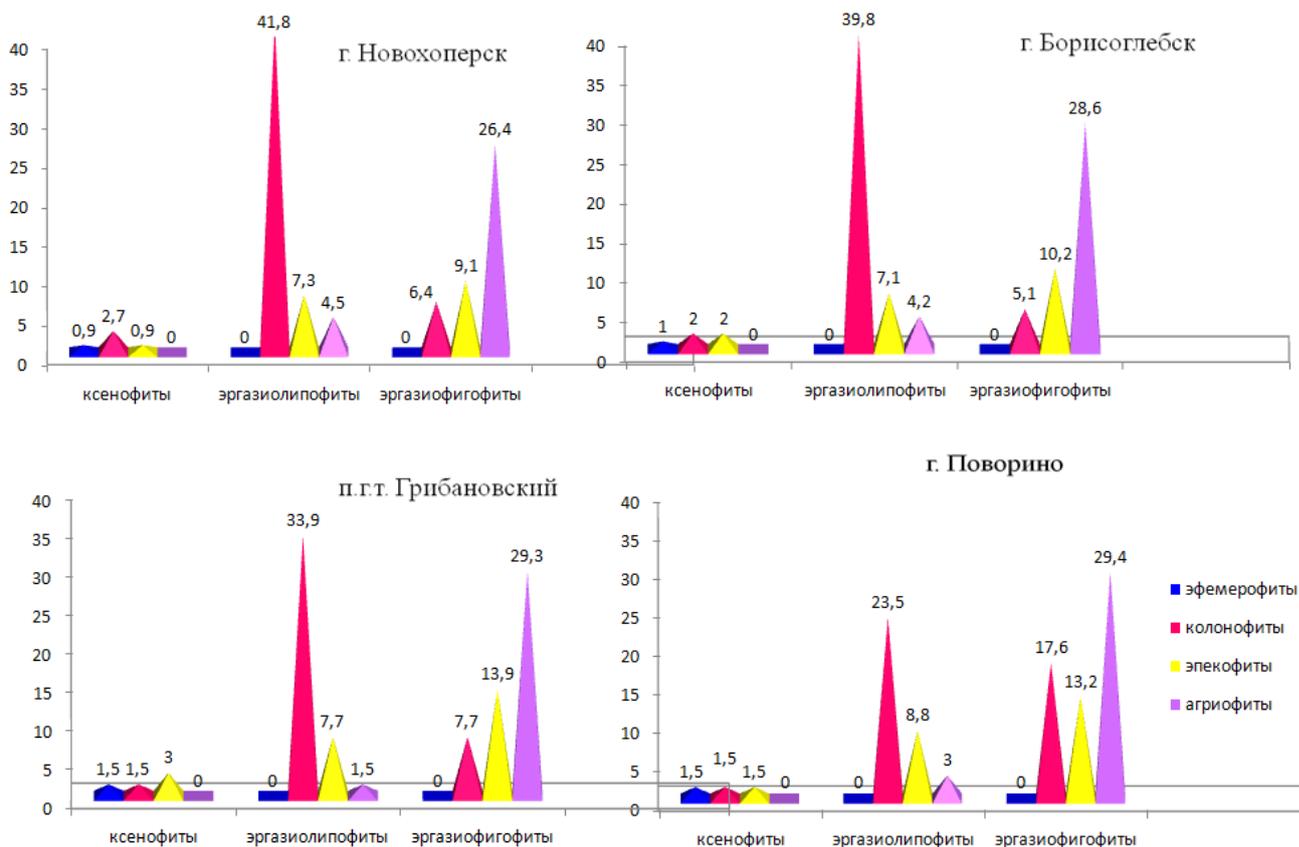


Рисунок 13 – Экологические группы адвентивных растений по способу внедрения в урбоэкосистемы района исследования, % (2011–2019 гг.)

На данном рисунке продемонстрировано следующее. Доминирующее положение по числу видов в составе адвентивной фракции древесных насаждений принадлежит кенофитам, эргасиолипофитам, колонофитам. В частности, в г. Новохоперск эргасиолипофитов – 46 видов, что составляет 41,8%, в г. Борисоглебск – 39 видов (39,8%), в п. г. т. Грибановский – 22 вида (33,9%), в г. Поворино – 16 видов (23,5%). Это виды растений, произрастающие в урбоэкосистемах в результате интродукции и характерные для вторичных местообитаний. На данных территориях их расселения не наблюдалось. К данной группе относятся многие древесные растения, которые используются в озеленении и хорошо прижились на улицах городов. Например, это относится к *Juniperus communis*, *Thuja occidentalis*, *Picea pungens*, *Larix sibirica*, *Acer sacharinum*, *Aesculus hippocastanum*, *Sorbaria sorbifolia*, *Weigela praecox*, *Elaeagnus angustifolia*, *Philadelphus coronaries*.

Вторую по числу видов группу адвентов составляют кенофиты, эргасиофигифиты, агриофиты (далее приведены цифровые данные дифференцированно аналогично приведенному выше порядку следования поселений): 29 (26,4%); 28 (28,6%); 19 (29,3%); 20 (29,4%). *Acer negundo*, *Lonicera caprifolium*, *Sambucus racemosa*, *Viburnum lantana*, *Amorpha fruticosa*, *Robinia*

pseudoacacia – эти виды, занесенные преднамеренно, способные внедряться также в естественные местообитания.

Замыкают тройку «лидеров» кенофиты, эргазиофитофиты, эпекофиты: *Berberis thunbergii*, *Padus virginiana*, *Physocarpus opulifolius*, *Prunus divarica*, *Ulmus pumila*: 10 (9,1%); 10 (10,2%); 9 (13,9%); 9 (29,4%).

В целом, на территории исследований существенных различий в видах растений по степени внедрения и способу занесения адвентивных видов нет. Исключение составляют виды, произрастающие в составе экосистем г. Поворино, в которых лидирующее положение принадлежит агрофитам.

Как видно из рисунков 1.1–1.4. (приложение 1), по отношению к трофности почвы наиболее многочисленны среди древесных растений представители мезотрофов, произрастающих на почвах со средней обеспеченностью плодородием: *Vitis vinifera*, *Thuja occidentalis*, *Prunus domestica*, *Ulmus pumila*, *Rubus idaeus*, *Syringa vulgaris*, *Salix alba*, *Rosa canina*. Дифференцированно урбосистемам мезотрофы составляют: в г. Новохоперск – 139 видов (85,3%), в г. Борисоглебск – 127 видов (85,3%), в п. г. т. Грибановский – 86 видов (83,5%), в г. Поворино – 93 вида (84,5%).

Олиготрофы, являющимися малотребовательными к богатству почв растительными организмами, занимают второе место (например, *Tamarix ramosissima*, *Salix carea*, *Pinus sylvestris*, *Juniperus communis*, *Elaeagnus commutata*, *Caragana arborescens*): в Новохоперске – 11 видов (6,8%), в Борисоглебске – 10 видов (6,7%), в Грибановском – 7 видов (6,8%), в Поворино, соответственно, – 7 видов (6,4%).

Третье место занимают эутрофы, то есть растения, требовательные к наличию плодородных почв. К ним относятся *Ulmus glabra*, *Sorbus aria*, *Sorbaria sorbifolia*, *Quercus robur*, *Juglans regia*. В Новохоперске произрастают 10 представителей этой экологической группы (составляют 6,1%), в Борисоглебске – 9 видов (6%), в Грибановском – 7 видов (6,8%). В Поворино их 7 видов, или 6,4%.

По требовательности к плодородию почвы адвентивный компонент древесных насаждений представлен в большей степени мезотрофами. По поселениям Воронежского Прихоперья представители данной экогруппы распределены следующим образом: в Новохоперске – 93 вида (84,5%), в Борисоглебске – 83 вида (84,7%), в Грибановском – 56 видов (86,2%) и в Поворино – 57 видов (83,8%). Значимое преобладание растений (приложение 1, рисунок 1.5), произрастающих на почвах с умеренным содержанием минеральных веществ, подтверждает, что реакция почвенного раствора северо-восточной части Воронежской области колеблется в пределах от 5 до 8, что оказывает существенную роль на преобладание мезотрофов [Ларионов и др., 2017_a].

В районе исследований из представителей экологической группы древесных растений по отношению к азотному режиму (рисунок 14) доминируют эврибионты с нитроморфой jn, kn, jo, ko. Их долевое участие составляет 56%.

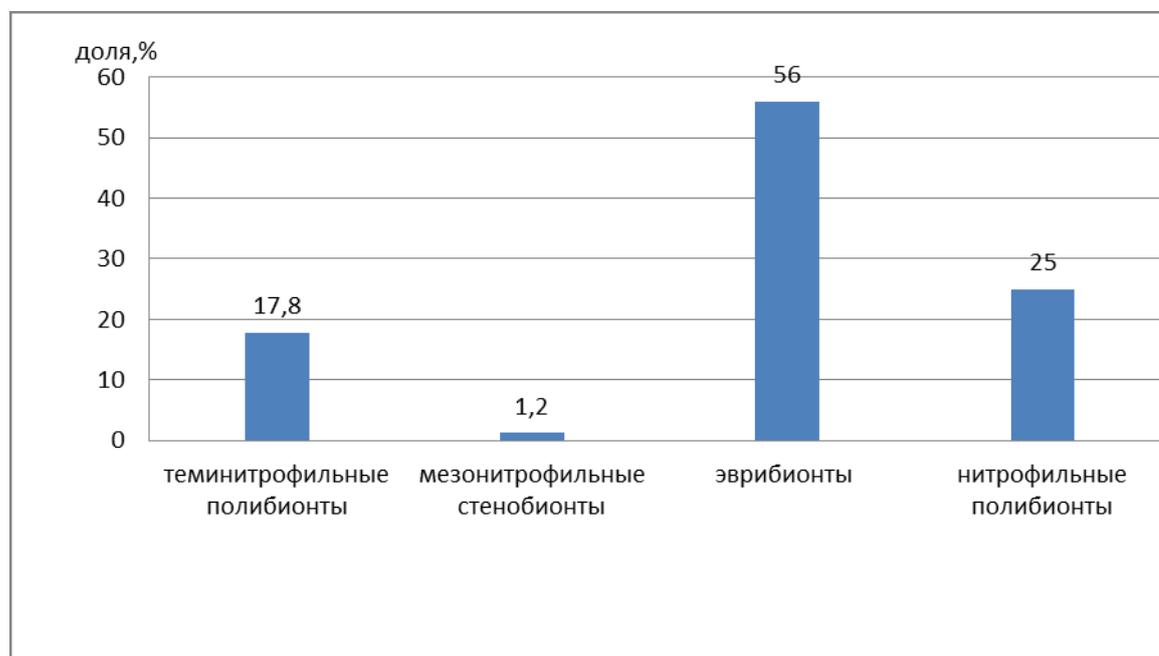


Рисунок 14 – Экологические группы древесных растений по отношению к азотному режиму почв

Это виды, произрастающие на почвах с достаточной обеспеченностью азотом: *Corylus avellana*, *Picea abies*, *P. obovata*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Prunus domestica*, *Lonicera brownie*, *L. caprifolium*, *Malus silvestris*, *Alnus glutinosa*, *Cerasus avium*, *Taxus baccata*, *Tilia cordata*. Нитрофильные полибионты с нитроморфой ln, mn, lo, mo (25%) предпочитают почвы богатые азотом: *Caragana arborescens*, *Fraxinus excelsior*, *Grossularia reclinata*, *Ulmus laevis*, *Robinia pseudoacacia*, *R. viscosa*, *Populus nigra*, *Acer campestre*, *Rubus caesius*, *R. idaeus*, *Sambucus nigra*.

Представленное на рисунке 15 процентное распределение экологических групп древесных растений района исследований по отношению к солевому режиму почв свидетельствуют о преобладании видов-мезомегатрофов с трофоморфой ME, eE, Mg, eg (52,1%): *Acer campestre*, *A. negundo*, *A. platanoides*, *Armeniaca vulgaris*, *Amorpha fruticosa*, *Caragana arborescens*, *Cerasus avium*, *Grossularia reclinata*, *Lonicera brownie*, *Juniperus communis*, *Malus domestica*, *Morus alba*, *Populus alba*, *Prunus domestica*.

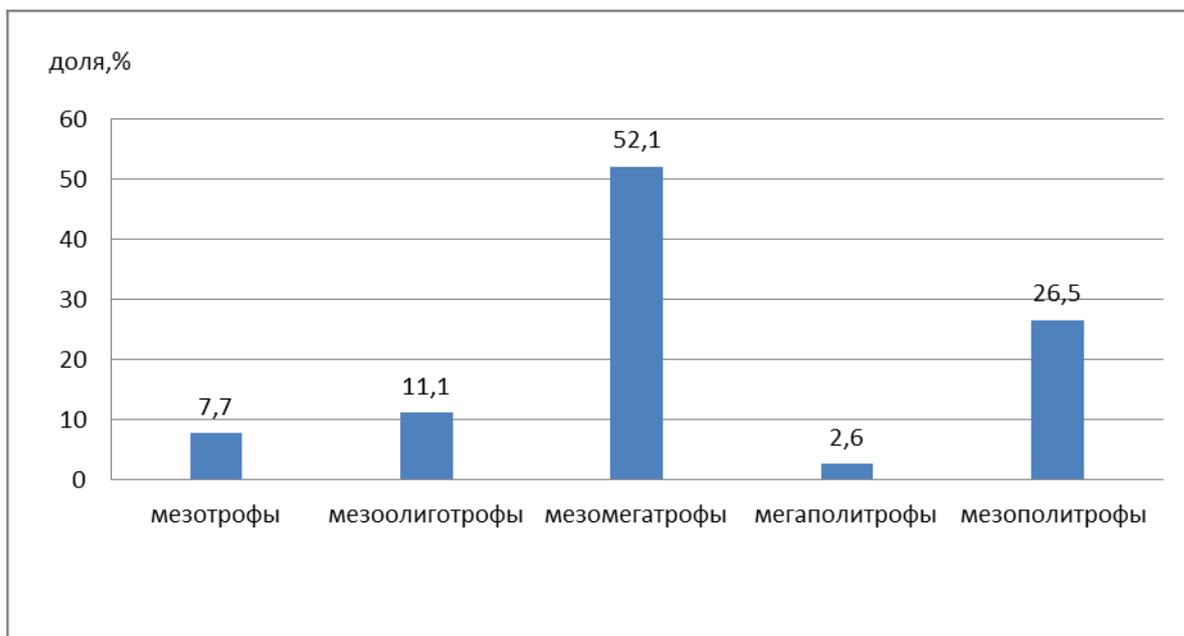


Рисунок 15 – Экологические группы древесных растений по отношению к солевому режиму почв

Распределение древесных растений района исследований на основе экошкалы кислотности почв представлено на рисунке 16.

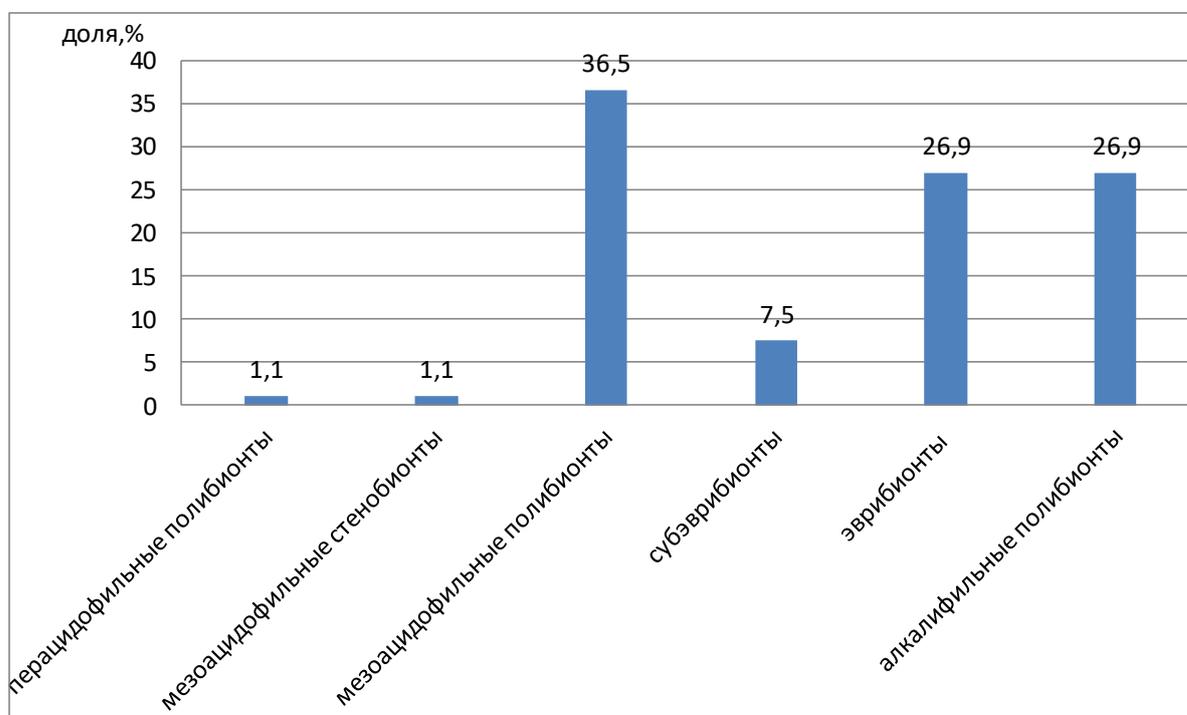


Рисунок 16 – Экологические группы древесных растений по отношению к кислотному режиму почв

К мезоацидофильным полибионтам, составляющим 36,5%-ю долю среди всех видов, относятся: *Acer campestre*, *Alnus glutinosa*, *Cerasus serrulata*, *Lonicera brownie*, *L. tatarica*, *Malus silvestris*, *Cotinus coggigria*, *Crataegus oxyacantha*, *Pseudotsuga menziesii*, *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Salix cinerea*, *S. fragilis*, *Ulmus laevis*. Далее по равным количествам видов, составляющих по 26,9%, разместились экогруппа эврибионтов с ацидоморфой af, ag, bg (*Acer platanoides*, *Rosa canina*, *Robinia viscosa*, *Picea abies*, *Pinus strobes*, *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia cordata*) и экогруппа алкалифильных полибионтов с ацидоморфой df, dg, eg (*Berberis vulgaris*, *B. sieboldii*, *B. thunbergii*, *Alnus incana*, *Crataegus monogina*, *Juglans regia*, *Ligustrum vulgare*, *Flangula alnus*, *Populus alba*, *Symphoricarpos albus*).

По отношению к условиям освещенности было выделено две экологические группы древесных растений. На рисунке 17 представлено графическое отображение соотношения экологических групп древесных растений по данному лимитирующему средовому фактору.

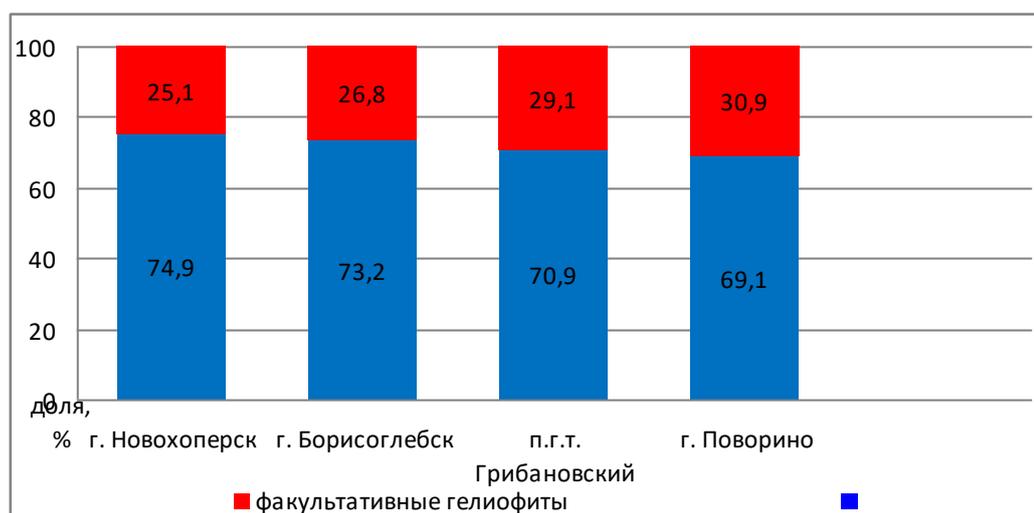


Рисунок 17 – Экологические группы древесных растений по отношению к условиям освещенности в урбоэкосистемах района исследований, % (2011–2019 гг.)

Как продемонстрировано на рисунке 17, лидирующее положение в урбоэкосистемах района исследований занимают светолюбивые деревья и кустарники (гелиофиты). У них максимальная интенсивность фотосинтеза наблюдается при 25–34% от полной освещенности: *Sorbus aucuparia*, *Syringa vulgaris*, *Salix matsudana*, *Populus alba*, *Vitis vinifera*. Гелиофитов в г. Новохоперск насчитывается 122 вида, что составляет 74,9%, в г. Борисоглебск – 109 видов (73,2%), в п. г. т. Грибановский – 73 вида (70,9%), в г. Поворино – 76 видов (69,1%).

Факультативные гелиофиты лучше всего приспособлены к урбанизированным условиям района исследований: *Viburnum opulus*, *Ulmus laevis*, *Thuja occidentalis*, *Rosa caesius*. В г. Новохоперск эта группа представлена 42 видами (25,1%), в г. Борисоглебск – 40 видами

(22,1%), в п. г. т. Грибановский – 30 видами (29,1%), в г. Поворино – 34 видами (30,9%). Сциофиты на территории исследований отсутствуют.

Рассматривая шкалу освещенности-затенения на рисунке 18, можно заметить, что в районе исследований доминируют представители группы гипогелиофитов с гелиоморфой GM, Gs (68,9%).

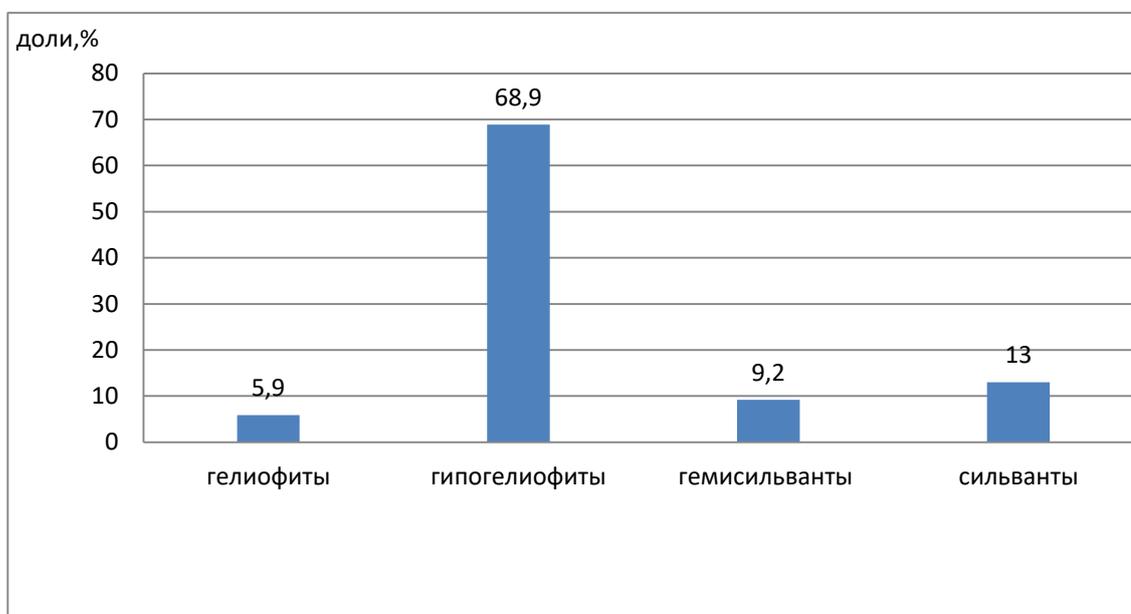


Рисунок 18 – Экологические группы древесных растений по отношению к режиму затенения

В ней представлены виды, предпочитающие тип светового режима полуоткрытых пространств, что и характерно для данной местности: *Acer negundo*, *Amygdalus nana*, *Berberis sieboldii*, *Cotinus coggigia*, *Crataegus monogina*, *C. oxyacantha*, *Betula alba*, *Morus alba*, *Pinus sylvestris*, *Ribes aureum*, *Rosa canina*, *Salix acutifolia*, *S. fragilis*, *Spiraea salicifolia*, *Symphoricarpos albus*, *Ulmus pumila*.

Среди адвентивных древесных растений по отношению к условиям освещенности лидирующее положение занимают гелиофиты. Это показано на рисунке 19.

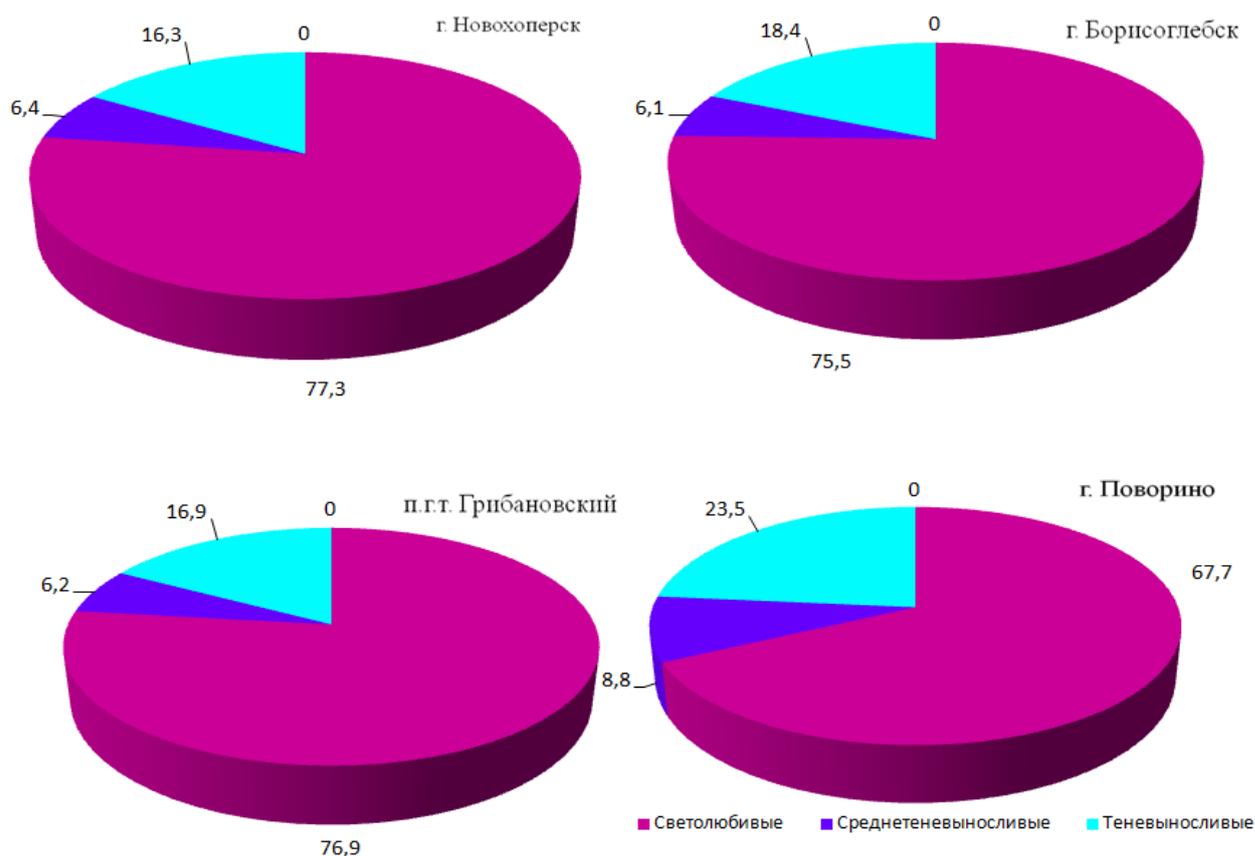


Рисунок 19 – Экологические группы адвентивных древесных растений по отношению к условиям освещенности в районе исследования, % (2011–2019 гг.)

В Новохоперске гелиофитов произрастает 85 видов (77,3%), в Борисоглебске – 74 вида (75,5%), в Грибановском – 50 видов (76,9%), в Поворино – 46 видов (67,7%). На основании полученных результатов исследований древесных растений по отношению к условиям освещенности во всех городах можно констатировать, что преобладают виды-гелиофиты.

В ходе исследований и анализа состава древесных насаждений также выделены экологические группы растений по отношению к температурным условиям урбанизированной среды района исследований. Распределение экологических групп древесных растений по отношению к температурному фактору в городских экосистемах Воронежского Прихоперья содержится в форме рисунка 20.

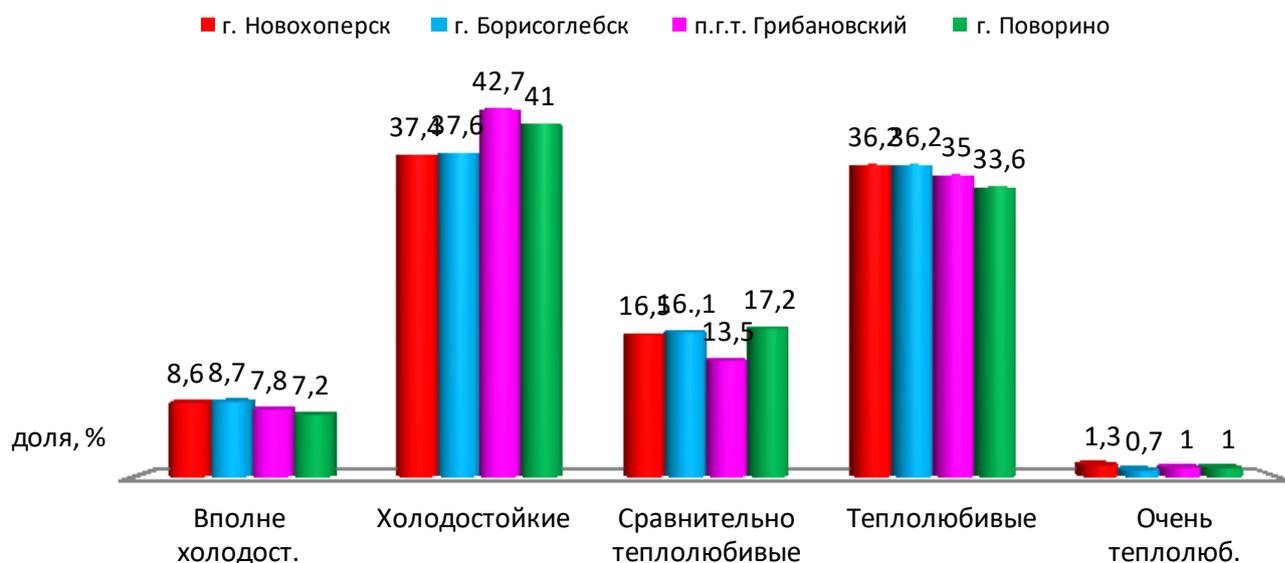


Рисунок 20 – Экологические группы древесных растений по отношению к температурным условиям в районе исследований, % (2011–2019 гг.)

На основе системы экологического диагностирования адаптаций П.Г. Богданова [Богданов, 1974] выделено, что среди представителей экологических групп растений по отношению к температурным условиям в урбозэкосистемах района исследований лидирующее положение занимают холодостойкие деревья и кустарники. Они успешно выдерживают суровые зимы Воронежского Прихоперья. В г. Новохоперск таких видов 61, что составляет 37,4%, в г. Борисоглебск – 56 видов (37,6%), в п. г. т. Грибановский – 44 вида (42,7%), в г. Поворино – 45 видов (41%). В частности, к этой группе относятся *Picea abies*, *Tilia cordata*, *Ulmus laevis*, *Acer platanoides*, *Populus nigra*, *P. alba*, *Alnus glutinosa*.

Следующая группа растений – теплолюбивые. К ним относят большинство плодово-ягодных деревьев и декоративных кустарников, которые успешно интродуцировались. Это *Juglans regia*, *Morus alba*, *Morus nigra*, *Robinia pseudoacacia*, *Persica vulgaris*, *Malus domestica*, *Armeniaca vulgaris*, *Forsythia sieboldii*, *Buddleja alternifolia*, *Philadelphus coronarius*. В Новохоперске их произрастает 59 представителей (36,2%), в Борисоглебске – 54 вида (36,2%), в Грибановском – 30 видов (35%), в Поворино – 29 видов (33,6%). Лианы *Campis radicans*, *Vitis vinifera*, не выдерживающие незначительные продолжительные критически низкие температуры воздуха, являются очень теплолюбивыми растительными организмами: в Новохоперске – 2 вида (1,3%), в Борисоглебске – всего один вид (0,7%), в Грибановском – также один вид (1,0%), в Поворино аналогично один вид, или 1,0%.

Для подробной диагностики характера адаптаций древесных растений в районе исследований использована методика Д.Н. Цыганова [Цыганов, 1983].

Соответственно, все древесные растения, произрастающие в районе исследования, распределены по определенным лимитирующим факторам среды. Термоклиматическая шкала, представленная на рисунке 21, имеет 9 градаций и содержит соответствующие экологические характеристики всех зарегистрированных видов древесных растений.

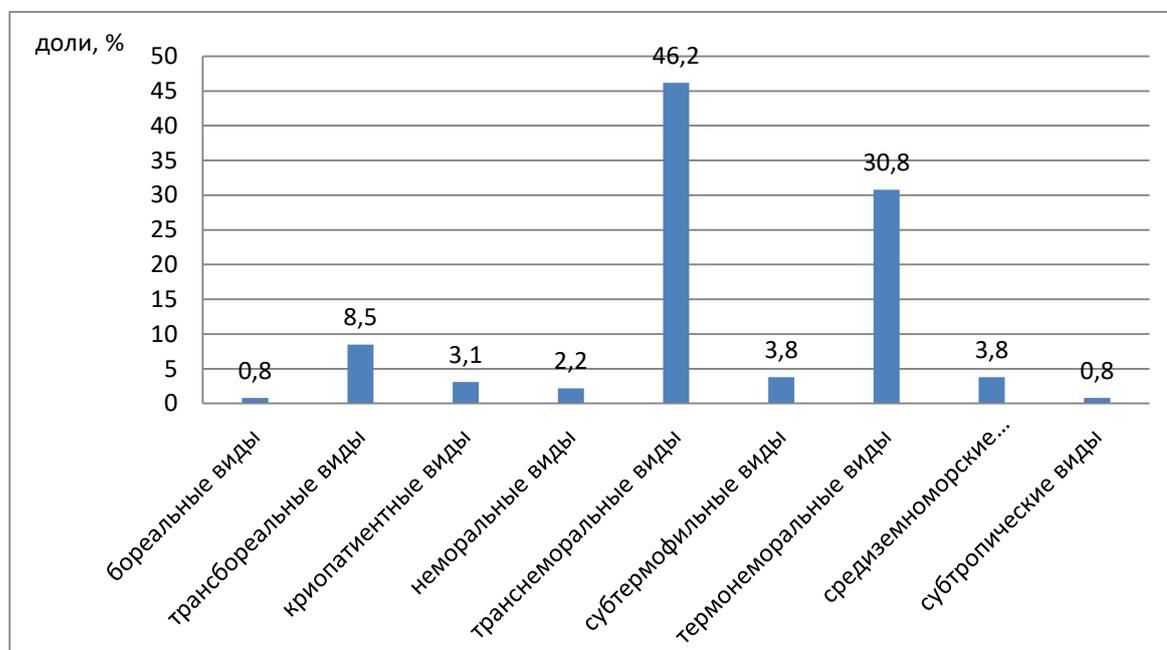


Рисунок 21 – Экологические группы древесных растений по отношению к общему терморезиму климата, %

Этот рисунок демонстрирует следующий экологический тренд в составе древесных насаждений Воронежского Прихоперья. Преобладают виды транснеморальной экогруппы (46,2%), включающие термоморфу Bm, bm, BM, среди которых: *Acer campestre*, *A. platanoides*, *Betula pendula*, *Juniperus communis*, *J. horizontalis*, *Mahonia aquifolium*, *Malus domestica*, *Padus avium*, *P. virginiana*, *Pinus sylvestris*, *P. strobes*, *Thuja occidentalis*, *Tilia cordata*.

Второе место занимает экологическая группа термонеморальных видов с термоморфой Nm, bM, NM (30,8%). Она представлена: *Armeniaca vulgaris*, *Caragana arborescens*, *Cornus man*, *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus excelsior*, *Acer tataricum*, *A.saccharinum*, *Salix purpurea*, *Populus nigra*, *P. alba*, *Picea pungens*, *Prunus domestica*.

Распределение древесных растений района исследований по отношению к морозности климата содержится на рисунке 22.

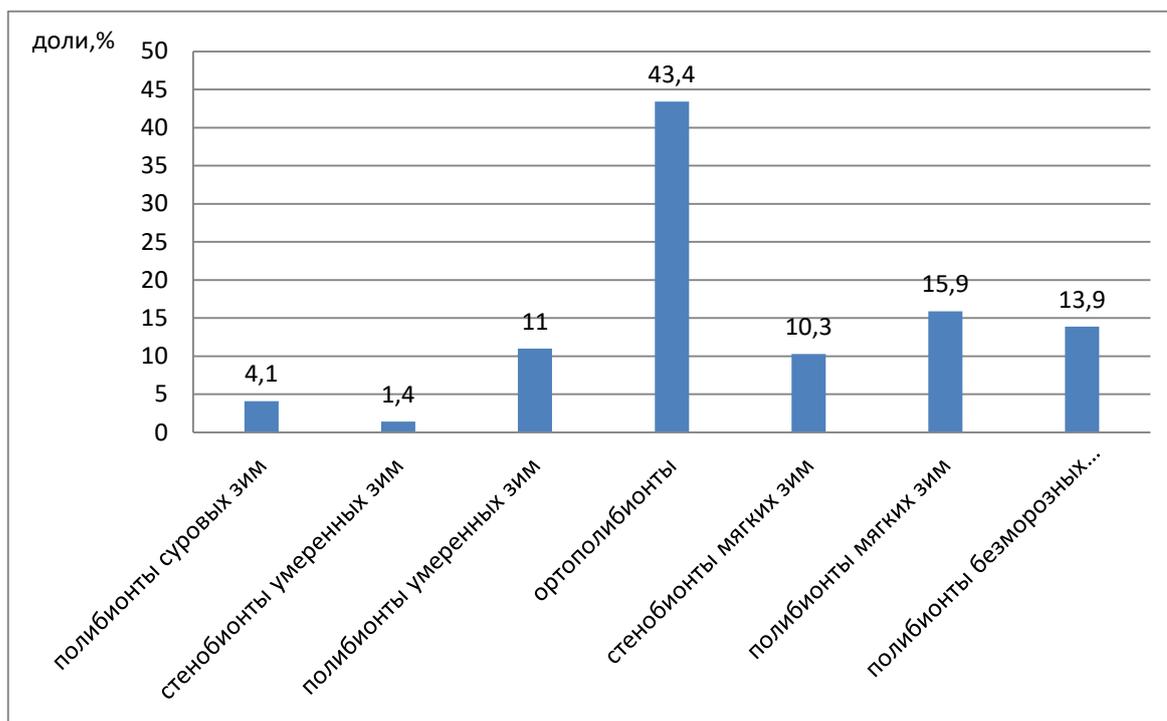


Рисунок 22 – Экологические группы древесных растений по отношению к морозности климата

Согласно рисунку 22, среди представителей экологических групп по отношению к морозности климата доминируют ортополибионты с криоморфой MO, NO, MP, NP (43,4%). К данной группе относятся такие виды, как *Acer saccharinum*, *A. tataricum*, *Armeniaca vulgaris*, *Cerasus vulgaris*, *Elaeagnus angustifolia*, *Juglans regia*, *Fraxinus americana*, *Juniperus communis*, *J. horizontalis*, *Mahonia aquifolium*, *Malus praecox*, *Padus maackii*, *Picea abies*, *P. pungens*, *Quercus robur*.

Распределение представителей экогрупп древесных растений в районе исследований дифференцировано на основе экологической шкалы континентальности климата (по 7 диагностическим категориям) показано далее на рисунке 23

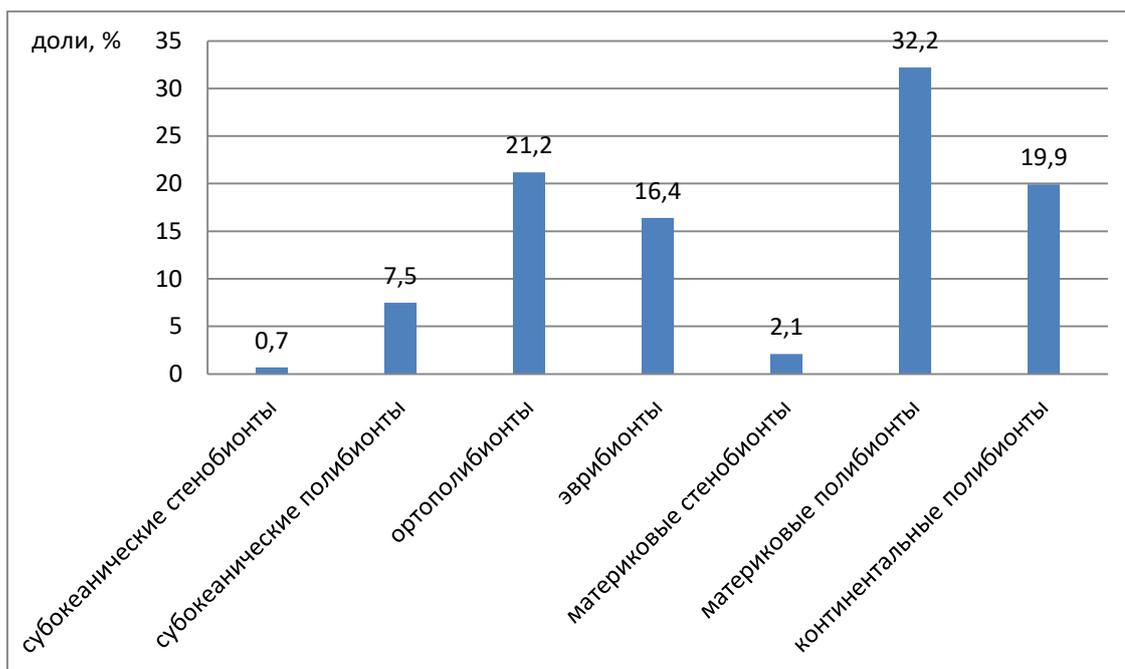


Рисунок 23 – Экологические группы древесных растений по отношению к континентальности климата

Из рисунка 23 видно: подавляющее большинство видов древесных растений относится к экогруппе материковых полибионтов с контрастоморфой оК, мК, оU, mU (32,2%). Это *Amorpha fruticosa*, *Cerasus avium*, *C. vulgaris*, *Cornus man*, *Cotinus coggigria*, *Mahonia aquifolium*, *Malus praecox*, *M. silvestris*, *Padus avium*, *Ribes niveum*, *Robinia viscosa*, *Padus virginiana*, *Pinus sylvestris*, *Populus nigra*. Затем следуют ортополибионты с контрастоморфой оМ, mM, ok, mk (21,2%): *Quercus robur*, *Acer campestre*, *A. platanoides*, *Berberis sieboldii*, *B. thunbergii*, *Euonymus alatus*, *Fraxinus americana*, *Philadelphus coronarius*, *Picea abies*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus laevis*.

Соотношение экологических групп древесных растений по отношению к обеспеченности почвенной влагой в урбосистемах района исследований показано в форме гистограмм на рисунках 1.6–1.9 (приложение 1). На основе обследований мест произрастания выделены три основные экологические группы древесных растений. Самой крупной группой являются мезофиты. Они занимают первое место среди видов древесных растений всех урбанизированных районов и распределяются в следующем соотношении: в Новохоперске – 127 видов (77,9%), в Борисоглебске – 115 видов (77,2%), в Грибановском – 79 видов (76,6%), в Поворино – 86 видов (78,2%). Это такие растения, как: *Picea obovata*, *Larix sibirica*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Tilia cordata*, *Thuja occidentalis*, *Malus domestica*, *Prunus spinosa*, *Sambucus racemosa*, *Syringa vulgaris*, *Weigela hybrida*, *Rosa canina*.

Ксерофиты в урбозкосистемах района исследований занимают второе место среди всех видов древесных растений: в Новохоперске – 11 видов (6,8%), в Борисоглебске – 10 видов

(6,7%), в Грибановском – 5 видов (4,9%), в Поворино – 8 видов (7,3%). В большей степени они представлены интродуцентами: *Tamarix ramosissima*, *Juniperus communis*, *J. sabina*, *Robinia pseudoacacia*, *Caragana arborescens*, *Cotoneaster lucidus*.

К древесным гигрофитам относятся: *Populus alba*, *P. nigra*, *Alnus glutinosa* L., *Salix purpurea*, *S. matsudana*, *S. fragilis*, которые занимают 3 место в структуре экологических групп по соответствующему лимитирующему условию. Распределены представители этой экогруппы в следующем соотношении: в г. Новохоперске – 8 видов (4,9%), в Борисоглебске – 7 видов (4,7%), в Грибановском – 5 видов (4,9%), в Поворино – 4 вида (3,7%).

По отношению к рассматриваемому лимитирующему экологическому фактору совокупность представителей адвентивного компонента древесных насаждений в районе исследований не однородна. Древесные адвентивные растения составляют широкий спектр экологических групп по отношению к указанному лимитирующему фактору. Их состав охватывает представителей экологических групп от ксерофитов до гигрофитов, как показано на рисунке 24.

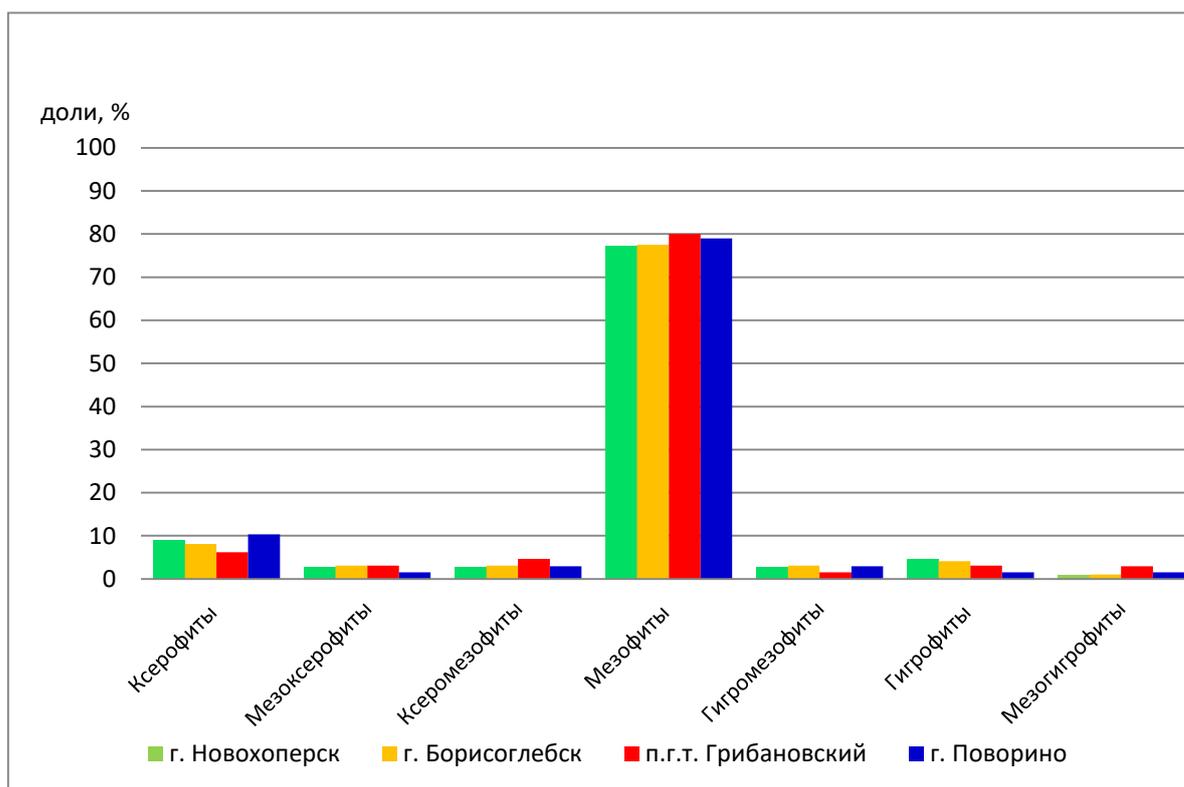


Рисунок 24 – Экологические группы адвентивных растений по отношению к условиям увлажненности в урбозкосистемах района исследований, % (2011–2019 гг.)

Из рисунка 24 следует, что подавляющая доля древесных адвентов принадлежит к мезофитам. Соотношение видов-мезофитов в поселениях района исследований: в Новохоперске

– 85 видов (77,3%), г. Борисоглебске – 76 видов (77,5%), в Грибановском – 52 вида (80,0%), в Поворино – 54 вида (79,4%).

Таким образом, в урбоэкосистемах района исследования в составе древесных растений преобладают светолюбивые мезофиты, важность которых велика в формировании местных сообществ. Малоэтажность жилой застройки, размещение деревьев свободными рядами и группами, открытые участки придомовых полос и ширина автодорог позволяет гелиофитам доминировать в городских насаждениях. Среди таких древесных растений встречаются, как плодовые культуры, так и большое количество аборигенных и адвентивных видов, которые образуют каркас зеленых насаждений.

Подавляющее число произрастающих мезофитов и морозостойких растений обусловлено климатическими характеристиками мест расположения поселений района исследований (рисунок 25).

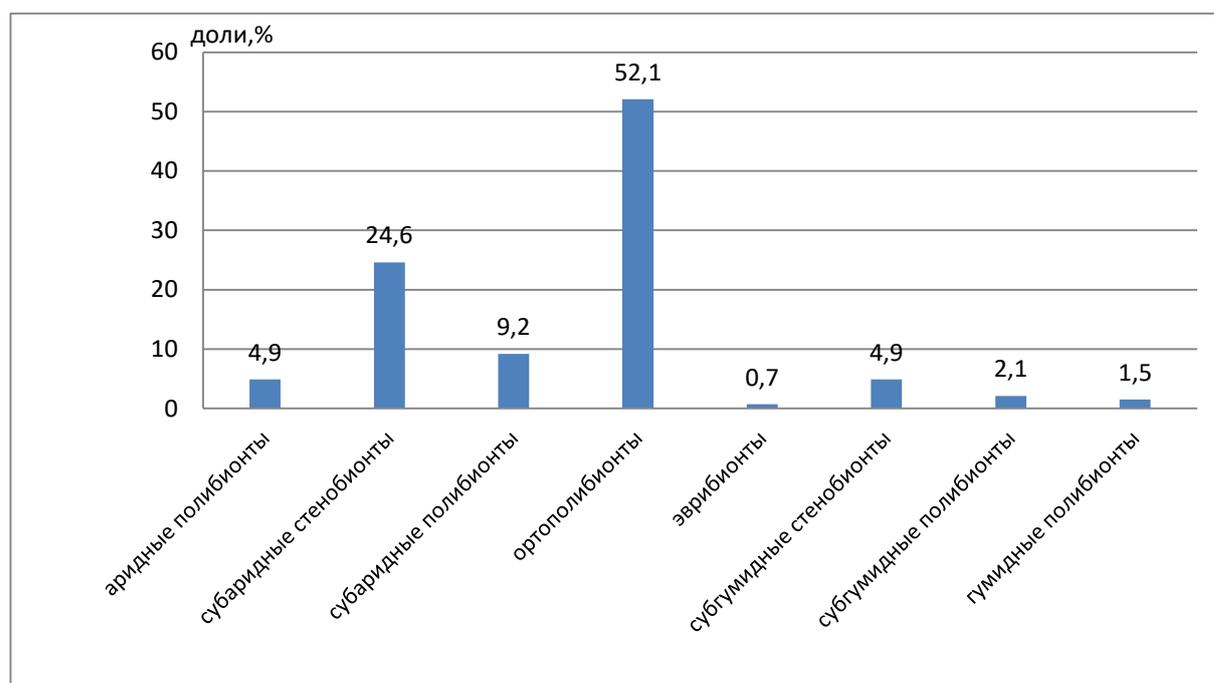


Рисунок 25 – Экологические группы древесных растений по отношению к влажности климата

Экологическая шкала аридности-гумидности, представленная на рисунке 25, демонстрирует доминирование видов древесных растений, относящихся к группе ортополибионтов с омброморфой CE, DE, DF (52,1%). Это такие виды, как *Acer negundo*, *A. platanoides*, *A. saccharinum*, *Alnus incana*, *Amygdalus nana*, *Berberis sieboldii*, *B. thunbergii*, *Betula alba*, *Juniperus communis*, *Crataegus oxyacantha*, *Picea abies*, *P. glauca*, *Sorbus aria*. Субаридные стенобионты с омброморфой C, CD, D (24,6%) представлены *Acer tataricum*, *Cerasus avium*, *C.*

serrulata, *C. tomentosa*, *Fraxinus excelsior*, *Ligustrum vulgare*, *Padus virginiana*, *Picea pungens*, *Prunus domestica*, *P. spinosa*, *Sorbus aucuparia*, *Salix cinerea*, *S. purpurea*.

На рисунке 26 представлено распределение древесных растений дифференцированно шкале увлажнения почв Воронежского Прихоперья, состоящей из 7 эколого-оценочных категорий.

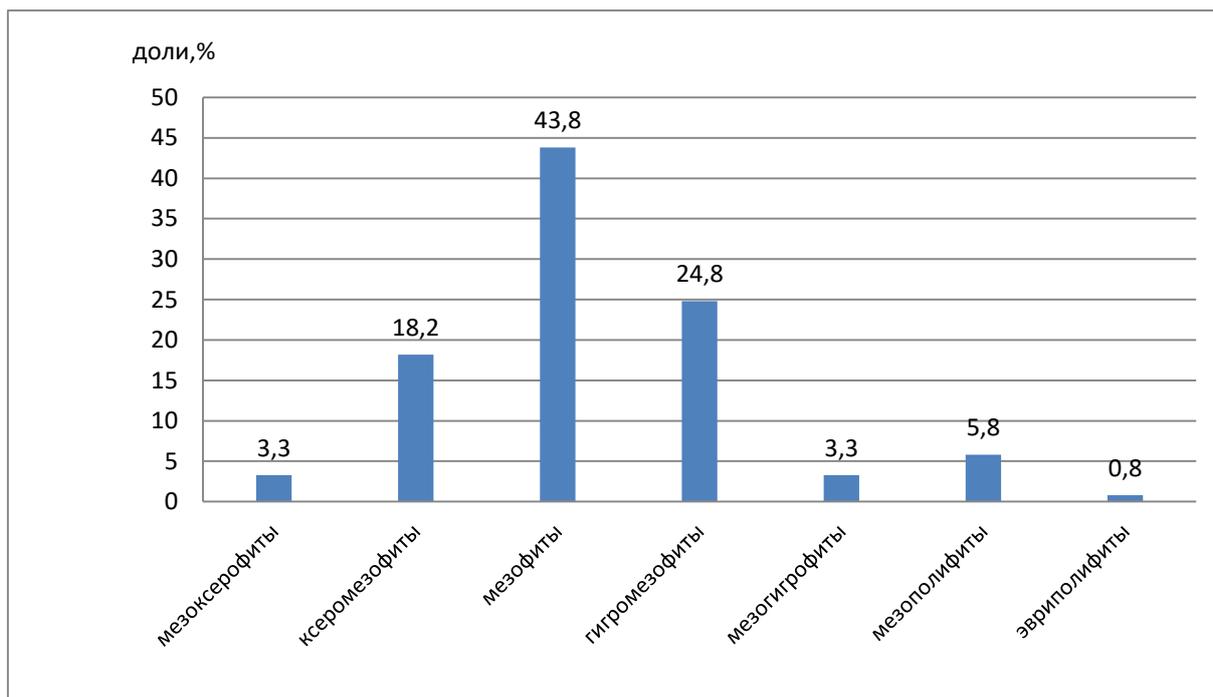


Рисунок 26 – Экологические группы древесных растений по отношению к водному режиму почв

Отраженные на гистограмме данные свидетельствуют: подавляющее большинство видов древесных растений относятся к мезофитам с гидроморфой С, Сс, с, Cf, cf, CF, f, сF, fF, F (43,8%). Это *Acer campestre*, *A. negundo*, *Armeniaca manshurica*, *Berberis vulgaris*, *Caragana arborescens*, *Cerasus avium*, *C. vulgaris*, *Malus domestica*, *Cerasus serrulata*, *C. tomentosa*, *Pyrus communis*, *Thuja occidentalis*. На втором месте – гигромезофиты с гидроморфой Ср, ср, СР, fr, сР, Са (24,8%). К ним относятся *Betula pendula*, *B. alba*, *Aesculus hippocastanum*, *Populus tremula*, *Fraxinus excelsior*, *F. americana*, *Picea abies*, *P. glauca*, *Quercus robur*, *Ulmus foliaceae*, *U. glabra*, *Pyrus communis*.

Результаты данной части экологического анализа древесных растений показывают соотношение видоспецифических приспособительных особенностей к условиям произрастания в районе исследований, а также экологическую индивидуальность видов на изучаемой

территории. С одной стороны, существующее разнообразие представителей выявленных экогрупп, безусловно, свидетельствует о предпочтениях озеленителей, с другой, – о приоритетной значимости средовых факторов для развития растений в районе исследований. Установленные количественные параметры соотношения древесных растений – представителей соответствующих экогрупп – демонстрируют возможности ресурсов и условий среды обитания района исследований для реализации ими экологически сходных потребностей. Результаты учета видового состава древесных растений (163 видов в г. Новохоперск, в том числе 110 видов растений-интродуцентов; 149 видов в г. Борисоглебск, в том числе 98 видов растений-интродуцентов; 103 видов в п. г. т. Грибановский, в том числе 65 видов растений-интродуцентов; 110 видов в г. Поворино, в том числе 68 видов растений-интродуцентов), его географического и экологического анализа подтверждают уникальность урбано-среды Воронежского Прихоперья для произрастания за пределами естественных ареалов целенаправленно культивируемых и случайно расселившихся видов.

Распределение видов по эколого-фитоценотическим группам показывает связь формирования и развития древесных растений с ландшафтно-экологическими особенностями и в частности со структурой основных экотопов района исследования [Григорьевская, 2004]. Об уникальности и специфичности средовых условий в данном случае свидетельствуют данные, представленные в предыдущей главе, в этом и в последующих разделах. В следующих пунктах приведены детальные характеристики состояния древесных растений в составе городских экосистем в зависимости от экологических особенностей местообитаний.

5.2. Толерантность древесных растений к температурным условиям и дефициту влаги

Приведенные в предыдущем пункте сведения представляют высокую значимость в оценке адаптивного потенциала древесных растений в урбозкосистемах Воронежского Прихоперья. Дело в том, что необходимо иметь четкое представление о реализации адаптационных возможностей в условиях приоритетных лимитирующих экологических факторов.

В целом, для регионов умеренного климата первоочередным лимитирующим рост и развитие древесных растений средовым фактором являются отрицательные температуры [Лапин и др., 1979; Арестова, Арестова, 2017]. Как было указано в пункте 1.2, лимитирующими развитие древесных растений факторами в условиях Воронежской области являются низкие температуры в зимние периоды [Попова и др., 2016; Славский, Чернышов, 2018] и относительный дефицит почвенной влаги летом [Баранова и др., 2012; Попова и др., 2016]. Об

этом также свидетельствуют данные, указанные в главе 2. Если в областном центре, располагающемся в лесостепной природной зоне, приведены некоторые данные о толерантности древесных растений к лимитирующим климатическим условиям [Федорова, Михеева, 2008; Ноздрачева, 2008; Михеева, 2009, 2011; Отчет о научно-исследовательской..., 2012], то для муниципальных районов Воронежского Прихоперья, преимущественно располагающихся в степной зоне и на границе с лесостепью, эти данные отсутствуют.

С учетом того, что в урбанизированных условиях адаптационные возможности древесных растений могут реализовываться по иному, большое значение принадлежит анализу данных о пределах экологической толерантности к лимитирующим условиям конкретных урбанизированных районов.

С учетом проанализированных в пункте 5.1 данных, также проведены исследования по определению параметров зимостойкости, морозо- и засухоустойчивости. Устанавливались характер и параметры (размеры) повреждений надземных частей у древесных растений низкими температурами, в том числе заморозками и сопутствующими явлениями (образование ледяных налетов, иссушение) после перезимовки, вследствие снижения температурных показателей воздуха после оттепелей, заморозок, образования ледяного покрова на органах (ледяной корки на побегах и других органах), иссушения морозными воздушными массами и весенними солнечными ожогами, повреждения корней льдом, вымокания и выпревания подземных и (в меньшей мере) надземных органов растений от талых вод (весной, реже в зимние оттепели).

В общем, характер приспособленности древесных растений к продолжительным и кратковременным низким температурам представляется относительным. Он проявляется в вариабельности экологической толерантности данной группы организмов к этим лимитирующим факторам в разных географических регионах [Лапин и др., 1979; Дорошенко и др., 2014; Залывская, Бабич, 2012; Бебия и др., 2018] с их характерными показателями микроклимата, орографическими и почвенными особенностями, своеобразием режима движения воздушных масс, атмосферных выпадений. Поэтому целесообразно установление значений зимо- и морозостойкости древесных растений непосредственно в погодно-климатических условиях района исследований.

Как показали результаты изучения зимостойкости древесных растений в районе исследований, их большинство принадлежит ко II и III степеням зимостойкости. Средний балл зимостойкости составил 17,3, что свидетельствует, в целом, о повышенном уровне толерантности древесных растений к низким температурам.

Далее приведены результаты определения зимостойкости у наиболее распространенных древесных растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья. В таблице 2 содержатся

средние арифметические значения эколого-диагностических баллов и соответствующие им степени и характеристики зимостойкости растений.

Таблица 2 – Среднеарифметические параметры зимостойкости наиболее распространенных древесных растений в районе исследований (2011–2019 гг.)

Виды растений	Диагностические баллы	Степени (ступени) зимостойкости	Диагностика состояния
<i>Picea obovata</i>	24,5	I	
<i>P. canadensis</i>	23,7	I	очень (высоко) зимостойкие
<i>Pinus sylvestris</i>	22,8	I	
<i>Picea pungens</i>	21,4	I	
<i>Thuja occidentalis</i>	20,9	II	
<i>Betula alba</i>	20,6	II	
<i>B. pendula</i>	20,1	II	
<i>Picea abies</i>	19,8	II	
<i>Salix acutifolia</i>	19,5	II	
<i>Tilia cordata</i>	19,2	II	
<i>Populus balsamifera</i>	18,9	II	
<i>T. platyphyllos</i>	18,7	II	
<i>Acer tataricum</i>	18,4	II	повышено зимостойкие
<i>Padus avium</i>	18,1	II	
<i>Salix fragilis</i>	17,6	II	
<i>A. saccharinum</i>	17,3	II	
<i>Ulmus glabra</i>	17,1	II	
<i>U. minor</i>	16,8	II	
<i>Quercus robur</i>	16,5	II	
<i>A. platanoides</i>	16,2	II	
<i>Fraxinus excelsior</i>	15,9	II	
<i>Cerasus fruticosa</i>	15,7	II	
<i>Sorbus aucuparia</i>	15,4	II	
<i>Malus sylvestris</i>	14,8	III	
<i>Populus nigra</i>	14,5	III	
<i>P. pyramidalis</i>	13,9	III	
<i>U. laevis</i>	13,6	III	
<i>F. pennsylvanica</i>	13,2	III	умеренно зимостойкие
<i>Alnus glutinosa</i>	12,9	III	
<i>U. pumila</i>	12,7	III	
<i>Salix caprea</i>	12,3	III	
<i>Acer campestre</i>	12,1	III	
<i>A. negundo</i>	10,7	IV	слабо зимостойкие
<i>P. bolleana</i>	10,3	IV	
<i>Aesculus hippocastanum</i>	4,8	V	низко зимостойкие

Таким образом, исследование экологической толерантности к неблагоприятным факторам в зимние периоды показало: из распространенных в урбоэкосистемах района исследований наибольшее количество видов (19) обладают повышенной зимостойкостью. К

ним относятся *Thuja occidentalis*, *Betula alba*, *B. pendula*, *Picea abies*, *Salix acutifolia*, *Tilia cordata* и другие виды из этой эколого-диагностической категории, указанные в таблице 2.

Также значительно число видов (9), характеризующихся относительной (умеренной) зимостойкостью. Такими видами в районе исследований являются *Malus sylvestris*, *Populus nigra*, *P. pyramidalis*, *Ulmus laevis*, *F. pennsylvanica*, *Alnus glutinosa*, *U. pumila*, *S. caprea*, *Acer campestre*.

Очень (высоко) зимостойкими являются 4 вида: *Picea obovata*, *P. canadensis*, *Pinus sylvestris*, *Picea pungens*. Особи этих видов практически не подвержены обмерзанию.

Acer negundo, *Populus bolleana* в населенных пунктах района исследований демонстрируют слабую степень (IV) зимостойкости. Из распространенных древесных растений низкой зимостойкостью характеризуется *Aesculus hippocastanum*.

Установленные уровни зимостойкости наиболее распространенных древесных растений детализируют их толерантность к соответствующему лимитирующему средовому фактору, дифференцированно видам. Полученные и проанализированные данные зимостойкости свидетельствуют о соответствующих адаптациях к комплексу неблагоприятных факторов зимы, осени и ранней весны, в том числе к часто наблюдаемым изменениям (перепадам) температур, особенно в конце зимы и ранней весной.

На основе наблюдений можно добавить, что у молодых древесных растений идентифицированы более низкие показатели зимостойкости, в среднем, на одну-две единицы от установленных степеней (ступеней) зимостойкости этих организмов в генеративных возрастных фазах развития. Таким образом, в данном случае выполнена оценка приспособленности древесных растений к комплексу относительно продолжительных негативных последствий зимних погодных условий.

Одним из факторов зимостойкости является морозоустойчивость, то есть толерантность растений к неблагоприятному воздействию отрицательных температур при зимних морозах, а также при осенних, весенних заморозках [Колесников, 1974; Залывская, Бабич, 2014]. Выявление параметров морозоустойчивости позволяет диагностировать характер адаптаций древесных растений применительно к соответствующим критическим температурным условиям в районе исследований.

В ходе исследований морозоустойчивости древесных растений в урбозкосистемах Воронежского Прихоперья получены соответствующие данные. Результаты анализа исследований отражены в виде рисунка 27. На основе наблюдений и с учетом методических рекомендаций А.И. Колесникова, Л.П. Смоляка [Колесников, 1974; Смоляк, 1983] на этой иллюстрации приведены данные о соотношении древесных растений – представителей соответствующих экологических групп по отношению к низким температурам.

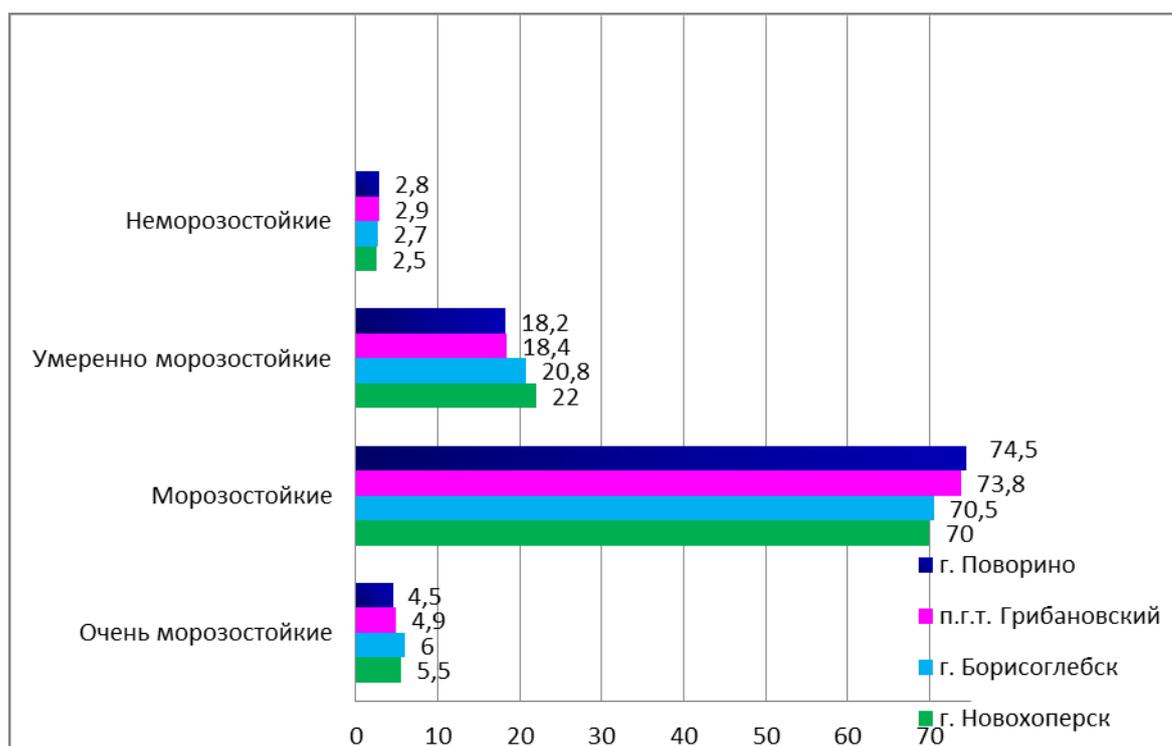


Рисунок 27 – Экологические группы древесных растений по морозостойкости, % (2011–2019 гг.)

Рисунок этот демонстрирует количественное распределение древесных растений ввиду установленных исследованиями пределов их морозоустойчивости. Анализ показывает, что, в целом, в урбоэкосистемах района исследований преобладают повышено морозоустойчивые растения, способные противостоять длительным понижениям температуры от -25° до -35°C . Это *Acer platanoides*, *A. negundo*, *Tilia cordata*, *Sorbus aucuparia*, *Padus avium*, *Thuja occidentalis*, *Juglans mandshurica*, *Cotoneaster horizontalis*, *Lonicera caprifolium*, *Syringa vulgaris*, *Viburnum opulus*. В г. Новохоперск повышено морозостойки 114 видов (70,0%), в г. Борисоглебск – 105 видов (70,5), в п. г. т. Грибановский – 76 видов (73,8%), в г. Поворино – 82 вида (74,5%).

В таблице 3 содержатся результаты определения параметров морозоустойчивости среди наиболее распространенных древесных растений в составе городских экосистем района исследований.

Таблица 3 – Среднеарифметические параметры морозоустойчивости наиболее распространенных древесных растений в районе исследований (2011–2019 гг.).

Виды растений	Диагностические баллы	Степени морозоустойчивости	Диагностика состояния
<i>Picea obovata</i>	24,9	I	
<i>Betula alba</i>	24,2	I	
<i>Picea abies</i>	23,6	I	
<i>Populus balsamifera</i>	23,1	I	

<i>Pinus sylvestris</i>	22,8	I	очень (высоко) морозоустойчивые
<i>Picea pungens</i>	22,4	I	
<i>P. canadensis</i>	21,9	I	
<i>B. pendula</i>	21,5	I	
<i>Thuja occidentalis</i>	21,3	I	
<i>Tilia cordata</i>	20,4	II	
<i>Acer tataricum</i>	20,2	II	
<i>Padus avium</i>	20,1	II	
<i>A. campestre</i>	19,9	II	
<i>A. platanoides</i>	19,8	II	
<i>Cerasus fruticosa</i>	19,7	II	
<i>A. negundo</i>	19,5	II	
<i>Salix caprea</i>	19,3	II	
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	19,2	II	
<i>Alnus glutinosa</i>	19,0	II	
<i>Sorbus aucuparia</i>	18,9	II	
<i>Populus nigra</i>	18,7	II	
<i>Ulmus pumila</i>	18,5	II	морозоустойчивые
<i>T. platyphyllos</i>	18,4	II	
<i>P. pyramidalis</i>	18,1	II	
<i>F. excelsior</i>	17,8	II	
<i>Quercus robur</i>	17,6	II	
<i>Salix fragilis</i>	17,5	II	
<i>A. saccharinum</i>	17,2	II	
<i>Malus sylvestris</i>	17,0	II	
<i>Salix acutifolia</i>	16,8	II	
<i>P. bolleana</i>	16,5	II	
<i>Aesculus hippocastanum</i>	16,3	II	
<i>U. minor</i>	16,1	II	
<i>U. laevis</i>	15,9	II	
<i>U. glabra</i>	15,5	II	

На основе среднеарифметических данных исследований из наиболее распространенных в древесных насаждениях к категории высоко морозоустойчивых отнесены (I степень) *Picea obovata*, *Betula alba*, *Picea abies*, *Populus balsamifera*, *Pinus sylvestris*, *Picea pungens*, *P. canadensis*, *B. pendula*, *Thuja occidentalis* (9 видов). Из этого списка наибольшей морозостойкостью обладают первые два вида с 24,9 и 24,2 эколого-диагностическими баллами, наименьшей, – соответственно, последние два вида с 21,5 и 21,3 баллами.

При этом максимальное количество (26 видов) из приведенного в данной таблице видов растений по полученным результатам отнесено к категории морозоустойчивых, то есть соответствующих II (повышенной) степени толерантности к действию рассматриваемого лимитирующего фактора. В рамках этой диагностированной категории морозоустойчивости

максимальные значения баллов соответствуют *Tilia cordata* (20,4) и *Acer tataricum* (20,2 баллов), минимальные – *U. laevis* (15,9) и *U. glabra* (15,5 эколого-диагностических баллов).

Полученные средние арифметические за период исследований показатели зимо- и морозостойкости демонстрируют общий характер приспособленности древесных растений района исследований к неблагоприятным долговременным и кратковременным отрицательным температурам атмосферного воздуха и сопутствующим деградиционным явлениям по отношению к растительным организмам в территориальном аспекте. По полученным и проанализированным данным толерантностью к морозным явлениям зимой и весной в районе исследований обладают все 35 исследованных видов. С учетом того, что они по количеству экземпляров и присущим природным свойствам являются растениями-инженерами сообществ (в соответствующих ярусах фитоценозов) и средорегуляторами, пределы толерантности к морозам определяют важную составляющую в характеристике адаптационного потенциала этих организмов в урбоэкосистемах района исследований.

Для городского озеленения немало важную роль представляет учет способностей древесных растений переносить длительное воздействие высоких температур. Вместе с зимо- и морозостойкостью, засухоустойчивость является существенным критерием в использовании в городском озеленении конкретных представителей деревьев и кустарников.

Засухоустойчивость растений представляет совокупное проявление их адаптации к дефициту выпадения атмосферной влаги и высоким температурам в вегетационные периоды [Баранова и др., 2012; Арестова, Арестова, 2017; Данилова, Сабарайкина, 2018]. С одной стороны, засухоустойчивость определяется наследственными особенностями комплекса адаптаций растительных организмов к дефициту влаги и перегреву, с другой, – спецификой их проявления в конкретных условиях мест произрастания. Это важный показатель экологической толерантности древесных растений к условиям городских экосистем. В погодно-климатических условиях Воронежского Прихоперья, отличающимся от таковых с остальной территорией Воронежской области, большое значение представляет изучение и оценка толерантности древесных растений урбоэкосистем по отношению к засухе и перегреву (листьев, побегов) в летние сезоны.

В районе исследований наибольшей засухоустойчивостью обладает большинство видов древесных растений, среди которых *Picea obovata*, *Betula alba*, *Picea abies*, *Populus balsamifera*, *Pinus sylvestris*, *Acer tataricum*, *Amorpha fruticosa*, *Amygdalus nana*, *Berberis sieboldii*, *B. thunbergii*, *Betula alba*, *Caragana arborescens*, *Cerasus avium*, *C. vulgaris*, *Cotinus coggigria*, *Cotoneaster horizontalis*, *Elaeagnus angustifolia*, *Gleditsia tricanthos*, *Juglans regia*, *Morus alba*. В частности, количество древесных растений, характеризующихся высокой засухоустойчивостью, в районе исследований распределено следующим образом: в г. Новохоперск – 48,4, в г.

Борисоглебск – 51,2, в п. г. т. Грибановский – 47,9, в г. Поворино – 49,6%. Эти виды переносят достаточно высокие температуры атмосферного воздуха.

У большинства растений имеются частичные повреждения листьев и побегов. Среди них такие виды как, *Aesculus hippocastanum*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Betula alba*, *Symphoricarpos albus*, *Symphoricarpos orbiculatus*, *Catalpa speciosa*, *Buxus sempervirens*. Средние значения повреждений наблюдаются у небольшого числа видов.

По распространенным в городских растительных сообществах видам получены результаты определения засухоустойчивости растений. Они представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Среднеарифметические параметры засухоустойчивости наиболее распространенных древесных растений в районе исследований (2011–2019 гг.).

Виды растений	Диагностические баллы	Степени засухоустойчивости	Диагностика состояния
<i>Cerasus fruticosa</i>	23,4	I	очень (высоко) засухоустойчивые
<i>Populus bolleana</i>	21,5	I	
<i>Ulmus pumila</i>	20,8	I	
<i>Pinus sylvestris</i>	19,7	II	относительно (повышено) засухоустойчивые
<i>Picea canadensis</i>	19,2	II	
<i>Betula pendula</i>	18,9	II	
<i>U. glabra</i>	18,6	II	
<i>Populus balsamifera</i>	18,2	II	
<i>Malus sylvestris</i>	18,0	II	
<i>Acer tataricum</i>	17,9	II	
<i>U. minor</i>	17,5	II	
<i>U. laevis</i>	17,4	II	
<i>P. nigra</i>	17,1	II	
<i>Salix acutifolia</i>	17,0	II	
<i>A. saccharinum</i>	16,8	II	
<i>A. campestre</i>	16,6	II	
<i>Quercus robur</i>	16,3	II	
<i>A. negundo</i>	16,1	II	
<i>P. pyramidalis</i>	15,9	II	
<i>Aesculus hippocastanum</i>	15,6	II	умеренно засухоустойчивые
<i>A. platanoides</i>	15,4	III	
<i>Picea pungens</i>	15,2	III	
<i>Thuja occidentalis</i>	14,8	III	
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	14,5	III	
<i>Sorbus aucuparia</i>	14,1	III	
<i>Padus avium</i>	13,8	III	
<i>F. excelsior</i>	13,3	III	
<i>Picea abies</i>	12,7	III	
<i>Salix caprea</i>	11,8	III	
<i>Tilia cordata</i>	11,5	III	
<i>Betula alba</i>	10,2	IV	

<i>T. platyphyllos</i>	9,8	IV	низкая засухоустойчивость
<i>S. fragilis</i>	9,6	IV	
<i>P. obovata</i>	9,1	IV	
<i>Alnus glutinosa</i>	8,2	IV	

Среди распространенных в озеленении района исследований древесных растений высокой (I степени) засухоустойчивостью отличаются *Cerasus fruticosa* (23,4), *Populus bolleana* (21,5), *Ulmus pumila* (20,8 оценочных баллов). Из повышено засухоустойчивых (со II степенью толерантности к комплексу неблагоприятных факторов в летние периоды) максимальными параметрами в рамках данной эколого-диагностической категории обладают *Pinus sylvestris* (19,7), *Picea canadensis* (19,2), *B. pendula* (18,9 баллов). К этой категории принадлежит большинство из распространенных в урбоэкосистемах района исследований видов (17) древесных растений. В группе умеренно засухоустойчивых, то есть проявляющих среднюю (III) степень толерантности к летней засухе и высоким температурам, наибольшие эколого-диагностические баллы соответствуют *Acer platanoides* (15,4), *Picea pungens* (15,2), *Thuja occidentalis* (14,8 баллов). По данным исследований к этой категории отнесено 10 видов древесных растений. Низкая засухоустойчивость в районе исследований характерна: *B. alba* (10,2), *Tilia platyphyllos* (9,8), *S. fragilis* (9,6), *P. obovata* (9,1) и *Alnus glutinosa* (8,2 балла).

Выявленные значения толерантности древесных растений к засушливым явлениям в летние сезоны в урбанизированных территориях Воронежского Прихоперья составляют важный компонент их экологической характеристики в данном субрегионе. В целом, можно констатировать, что повреждающее воздействие сухости воздуха и перегрева листьев и побегов проявляется на многих представителях древесных растений. Это негативно сказывается на их состоянии и развитии в условиях района исследований. Тем не менее, совокупное количество видов (30) древесных растений, распространенных в городских экосистемах района исследований, характеризуются приспособленностью к лимитирующим факторам среды в летние периоды, проявляющейся в установленных пределах (в баллах) их экологической валентности.

Зимостойкость, морозостойкость и засухоустойчивость древесных растений являются комплексными эколого-диагностическими критериями их развития в условиях насаждений [Лапин и др., 1979; Бескаравайная, 1989; Кулагин, 2003; Мушинская, 2007; Баранова и др., 2012; Дорошенко и др., 2014; Попова и др., 2016; Арестова, Арестова, 2017; Славский, Чернышов, 2018], показывающим возможность данной группы растений реализовать свой биоэкологический потенциал в урбоэкосистемах района исследований. В целом, отраженные в пунктах 5.1, 5.2 диссертации эколого-диагностические параметры на фоне среднегодовых

метеоусловий определяют габитус, жизнеспособность, биологическую продуктивность и устойчивость древесных растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья. Установленные пределы толерантности к лимитирующим средовым условиям демонстрируют общий вектор адаптационного потенциала древесных растений, который реализуется этими организмами в изученных территориях.

5.3. Оценка декоративности древесных растений

Древесные насаждения реализуют первостепенную функцию в формировании и постоянном обеспечении экологически оптимального режима микроклимата и санитарно-гигиенических условий внутри населенных пунктов [Неверова, 2004; Федорова, Михеева, 2008], а также в создании эстетического облика городской среды [Морякина, 1993; Бабич и др., 2008]. Деревья и кустарники являются главным компонентом обустройства и модернизации планировочной, эколого-инфраструктурной и архитектурно-художественной организации городских поселений. Они представляют самовозобновимые и при этом доступные (в сравнении с другими эколого-планировочными инструментами оптимизации использования урбанизированных территорий) ресурсы в совокупном биологическом, эколого-гигиеническом и эстетическом благоустройстве современных населенных мест. В г. Новохоперск, г. Борисоглебск, п. г. т. Грибановский и г. Поворино ассортимент древесной растительности определяется предпочтениями озеленителей (целенаправленной интродукцией) и непреднамеренной интродукцией, в том числе благодаря расположению, как указывалось ранее, в степной зоне и на границе с лесостепной зоной, то есть на территории с умеренным характером природно-климатических особенностей.

Для городских поселений района исследований установлены значения декоративности древесных растений, средние арифметические значения (в баллах) которых графически представлены на рисунке 28. Различия между полученными эколого-диагностическими показателями статистически достоверны.

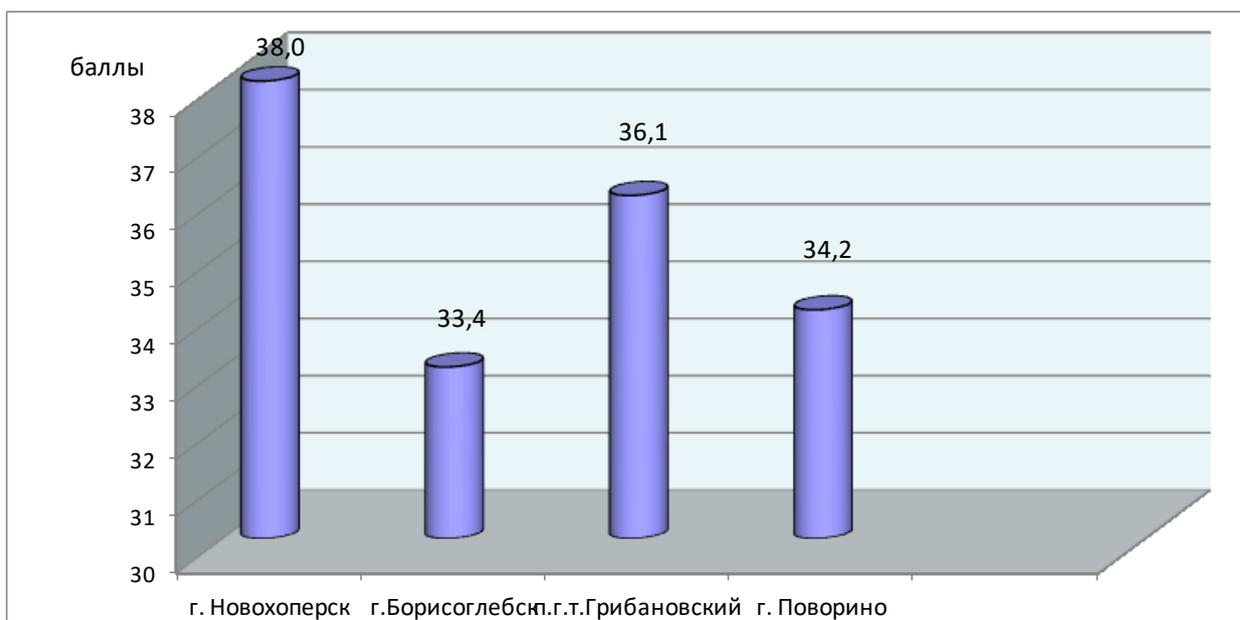


Рисунок 28 – Средние значения баллов декоративности древесных растений (2011–2019 гг.)

Эта гистограмма демонстрирует, что наибольшей (повышенной) декоративностью в совокупности отличаются виды, произрастающие в г. Новохоперске. В среднем, она оценивается 38,0 баллами. Следующим в этом перечне находится п. г. т. Грибановский с 36,1 баллами декоративности древесных растений. Наименьшими декоративными качествами обладают древесные растения в составе насаждений г. Поворино (34,2 балла, средний уровень декоративности) и г. Борисоглебск (33,4 балла, аналогичная эколого-диагностическая категория). Это объясняется тем, что в данных населенных пунктах имеются промышленные объекты, активно функционируют котельные, агропроизводственные, производственно-складские и прочие техносферные объекты, сервисно-ремонтные и иные организации производственно-хозяйственной отрасли, а также сказывается угнетающее влияние транспортной инфраструктуры.

При этом высокую декоративность (от 45 баллов и выше) идентифицирована у: *Picea glauca*, *P. abies*, *P. pungens*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus strobus*, *Juniperus communis*, *Larix decidua*, *Thuja occidentalis*, *Sambucus nigra*, *Taxus baccata*, *Viburnum opulus* "Roseum", *Ribes aureum*, *R. nigrum*, *Rhus typhina*, *Cercis canadensis*, *Crataegus oxyacantha*, *C. sanguinea*, *Padus virginiana*, *P. avium*, *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *Physocarpus opulifolius*, *Sorbus aucuparia*, *S. intermedia*, *S. aria*, *Amygdalus nana*, *Acer tataricum*, *A. campestre*, *Betula alba*, *Euonymus alatus*, *Malus praecox*.

Меньшее количество баллов (от 35 до 44) получило подавляющее количество видов, среди которых *Pinus sylvestris*, *P. obovata*, *Morus nigra*, *Juglans mandshurica*, *J. horizontalis*, *J. sabina*, *Hydrangea paniculata*, *H. arborescens*, *Acer saccharinum*, *A. platanoides*, *Catalpa speciosa*, *B. pendula*, *Quercus Mahonia aquifolium*, *Berberis thunbergii*, *Lonicera brownie*, *L. caprifolium*, *Corylus avellana*, *Gleditsia tricanthos*, *Robinia pseudoacacia*, *Cornus alba*, *Q. robur*, *Q. rubra*, *Elaeagnus angustifolia*, *Syringa josikaea*, *Cydonia oblonga*, *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula*, *P. pyramidalis*, *P. balsamifera*, *P. bolleana*, *P. alba*, *Ulmus minor*, *U. glabra*, *Malus sylvestris*, представители родов *Viburnum*, *Salix*. Растения данной диагностической категории характеризуются повышенной декоративностью.

Среднюю оценку получили (от 21 до 34 баллов) *Alnus incana*, *Juglans regia*, *Salix acutifolia*, *Forsythia sieboldii*, *Flangula alnus*, *Persica vulgaris*, *P. nigra*, *Symphoricarpos albus*, *Tamarix ramosissima*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *E. europaea*, *Prunus cerasifera*, *Philadelphus coronarius*, *Ph. pubescence*, *P. domestica*, *P. spinosa*, *Rubus caesius*, *R. idaeus*, *U. laevis*, представители родов *Viburnum*, *Salix*, *Fraxinus americana*.

Низкой декоративностью характеризуются особи *Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*, *F. lanceolata*, *U. pumila*. Определенные по итогам обследований параметры декоративности древесных растений свидетельствуют об относительной благоустроенности городских поселений Воронежского Прихоперья. Целесообразны первоочередные меры по повышению декоративных признаков городских насаждений. Это можно решить грамотным территориальным планированием урболандшафтов (с учетом функциональности экологических каркасов) и компетентной интродукцией деревьев и кустарников из состава аборигенной и культурной флоры.

Проведение исследований по оценке декоративности растений позволяет утверждать следующее. Виды культурной дендрофлоры, произрастающие в рассмотренных урбанизированных районах, вполне пригодны и рекомендуются для озеленения городов и поселков Воронежской и соседних областей. Это касается Тамбовской, Саратовской, Волгоградской областей и ряда других регионов средней полосы России с близкими среднегодовыми значениями климата и качества окружающей среды.

Разнообразие видов, жизненных форм, экологических групп и показателей эстетической привлекательности насаждений в комплексе способствует улучшению психофизиологического состояния горожан и жителей сельской местности. Посадки древесных растений могут быть в виде живых изгородей, аллей, бульваров, куртин, разнообразных биогрупп и иных типов насаждений. В целом они существенно минимизируют неблагоприятные антропогенные физические и химические воздействия городской техносферы на почвы, другие организмы и на здоровье людей.

Установленная повышенная и средняя декоративность древесных растений позволяет их использовать в озеленении городов и поселков района исследований, в том числе решая взаимосвязанную задачу биологического благоустройства и необходимого эстетического оформления градопланировочных структур. Соответственно, при использовании древесных растений в городских насаждениях необходимо обеспечение их декоративности. Последнее условие определяется грамотным подбором видов древесных растений с соответствующими значениями биоэкологического потенциала, ЖС и устойчивости в зависимости от экологического состояния окружающей среды, о чем раскрывается в следующих подразделах.

5.4. Санитарные показатели древесных растений

Оценка экологического состояния является важной компонентой экологической характеристики древесных растений в условиях техногенно преобразованной среды. Наибольшая экологическая эффективность зеленых насаждений во многом зависят от правильного подбора озеленительного ассортимента, и в первую очередь, представителей древесных растений. Помимо декоративных качеств, деревья и кустарники должны обладать определенными параметрами устойчивости к лимитирующим факторам городской среды, а также отличаться способностью эффективно выполнять функции защитных «зеленых барьеров» и «зеленых фильтров» в современных городах. Устойчивость растений определяется многими параметрами, среди которых наиболее существенными являются экологические условия мест произрастания, наследственные признаки и возраст растений.

В данной части работы изучалась степень повреждения деревьев и кустарников вредителями и болезнями в районе исследований. Подверженность поражению древесных растений сосущими и листогрызущими насекомыми в определенной степени зависят от антропогенных факторов окружающей среды, которые приводят к ослаблению растений и к утрате устойчивости к данным видам негативных воздействий [Драчева, 2011; Тагирова, 2011].

Устойчивость растений к заболеваниям зачастую уменьшается при воздействии транспортных и промышленных загрязнений в окружающей среде [Алексеев и др., 2007; Малыхина и др., 2009; Шихова, Полякова, 2011]. При анализе состояния древесных растений во внутригородском озеленении района исследований было замечено, что большая часть экземпляров разных видов имеет различные повреждения листьев, побегов и стволов.

Среди характерных повреждений листьев у большинства видов древесных растений выявлено поражение сосущими растительный сок и листогрызущими вредителями. Это характерно для селитебных, рекреационных и производственных зон в населенных пунктах района исследований.

Для полноты экологического анализа древесных растений в данной части работы в поселениях Воронежского Прихоперья исследованы особенности распределения параметров их санитарного состояния в разных поселениях.

Наибольшие повреждения наносят колонии тлей, которые появляются в районе исследований, согласно наблюдениям, в конце мая. Эти насекомые массово заселяют и поражают различные части древесных растений. Наиболее сильно страдают от тлей листья древесных растений из семейства *Rosaceae*: *Cerasus avium*, *C. vulgaris*, *Malus domestica*, *Padus avium*, *Prunus cerasifera*, *P. domestica*, *Pyrus communis*. Данный лимитирующий биотический фактор также существенно снижает их декоративные качества. Частично или полностью объедают и обгрызают листья гусеницы пяденицы, листовертки. Они выгрызают на листовой пластинке дырки или делают узкие ходы с боков листьев, нарушая тем самым декоративные качества древесных растений и функционал их ассимиляционного аппарата. Наибольшая степень таких повреждений характерна для *Fraxinus excelsior*, *F. americana*, *Morus alba*, а также для подавляющего числа видов семейства *Rosaceae*.

При анализе санитарного состояния древесных растений принимались во внимание визуально диагностируемые и наиболее распространенные заболевания. Достаточно широко встречалась пятнистость листьев у *Betula alba*, *B. pendula*, *Crataegus monogina*, *Salix acutifolia*, *S. alba*, *Tilia cordata*, *Ulmus foliaceae*, *U. laevis*, *Acer negundo*, *A. platanoides*. Пятна различного цвета имели разную форму и величину. В числе основных грибковых заболеваний можно выделить паршу. Она поражала листья плодовых древесных растений *Pyrus communis*, *Malus domestica*, а также представителей рода *Salix*. Мучнистая роса характерна в большей мере для представителей семейства *Grossularia*. Также она выявлялась на молодых побегах и листьях представителей *Betula*, *Acer*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Salix* и на других растениях.

Средние баллы повреждения листьев бактериальными и грибковыми заболеваниями значительно варьируют. В Новохоперске они изменяются от 1,26 до 1,37 баллов, в Борисоглебске – от 1,49 до 1,72, в Грибановском – от 1,35 до 1,49, в Поворино – от 1,21 до 1,68 баллов. Средневзвешенные баллы приведены дифференцированно функциональным зонам: минимальные значения характерны зонам рекреации, максимальные – производственным зонам.

Отдельно следует отметить, что для древесных растений наиболее характерны механические повреждения стволов, вызванные комплексом неблагоприятных антропогенных и климатических воздействий. Преимущественно механические повреждения стволов и ветвей выявлены у *Acer platanoides*, *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior*, *F. pennsylvanica*, *Armeniaca vulgaris*, *Malus domestica*, *Tilia cordata*, *Populus alba*, *P. pyramidalis*, *Tilia cordata*, *Ulmus laevis*, *U. foliaceae*, *U. glabra*. Это связано с систематическим обрезанием ветвей и повреждением

побегов работниками электроэнергетических служб, строительными и ремонтно-наладочными работами на автодорогах и инженерных коммуникациях, с деятельностью жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства улиц и дворов (по данным наблюдений). Периодически фиксировались ломки побегов и ветвей прохожими, играющими детьми, отдельными жильцами, как многоквартирных, так и малоэтажных домов.

Некрозы и гнили стволов встречались реже. В основном они выявлялись у *Armeniaca vulgaris*, *Malus domestica*, *Acer tataricum*, *A. platanoides*, *A. negundo*, *Populus alba*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Larix sibirica*, *Pinus sylvestris*, у представителей рода *Betula*, *Tilia*, *Alnus*. Усыхание ветвей особенно выражено у растений *Juglans regia*, *Malus domestica*, *M. sylvestris*, *Ulmus laevis*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *A. platanoides*, *Betula pendula*. Данные негативные факторы обусловлены наличием большого количества старовозрастных особей: 30-40 %, а в ряде мест (территорий коммунального хозяйства, санитарно-защитных зон, озелененных территорий на местах бывших цехов, обслуживающих предприятий, пунктов ремонта, мест расположения гаражей и т.п.) достигающего 50 и более % от общего числа экземпляров древесных растений в населенных пунктах района исследований.

Среди основных факторов деградации листьев для большинства видов кустарников наиболее выражено поражение листогрызущими и сосущими насекомыми. Максимальная степень таких повреждений характерна для *Euonymus verrucosa*, *E. alatus*, *E. europaea*, *Grossularia reclinata*, *Ribes nigrum*, *R. aureum*, *Viburnum opulus*, *V. opulus Roseum*, *Rosa hybrida bifera*, *Sambucus racemosa*, *S. nigra*, Бактериальные и грибные болезни листьев наиболее выражены у *Juniperus communis*, *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Rosa canina*, *R. floribunda*, *Euonymus alatus*, *Sambucus nigra*, некроз и хлороз – у *Hyppophae rhamnoides*, *Ribes rubrum*, *Syringa josikaea*, *S. microphylla*.

Для многих видов кустарников, произрастающих в парках и скверах, характерны механические повреждения стволов и тесно связанное с ними усыхание кроны, вызванные рядом неблагоприятных антропогенных и климатических воздействий. Максимальная степень повреждений стволов и ветвей отмечена у растений *Corylus avellana*, *Crataegus sanguinea*, *C. monogina*, *Prunus spinosa*, *Ribes nigrum*, *Rubus idaeus*, *Euonymus verrucosa*, *Syringa josikaea*.

Некрозные повреждения стволов выявлены, главным образом, у растений *Lonicera tatarica*, *L. brownie*. Данный вид повреждений существенно лимитирует санитарное состояние особей этих растений в составе зеленых насаждений в населенных пунктах района исследований.

По полученным и обработанным среднеарифметическим данным далее выполнена балльная оценка санитарного состояния древесных растений дифференцированно пробным площадям и поселениям района исследований (приложение 2, рисунки 2.1–2.4). В итоге

установлено, что средневзвешенные баллы повреждений древесных растений варьируют по территориям населенных пунктов Воронежского Прихоперья: в г. Новохоперск – от 1,27 до 1,4; в г. Борисоглебск – от 1,64 до 2,2; в п. г. т. Грибановский – от 1,32 до 1,44; в г. Поворино – от 1,44 до 1,84 баллов.

Значения санитарных параметров состояния древесных растений переведены в соответствующие проценты. Далее в таблицах 5–8 представлены средние арифметические значения всех диагностированных видов повреждений древесных растений на основе предложенной исследователями Н.С. Шиховой и Е.В. Поляковой методических рекомендаций [Шихова, 2001; Шихова, Полякова, 2006, 2011] в модернизированном виде. Санитарные показатели приведены в процентных долях от общей выборки для удобства обобщенного, интегрированного анализа.

Таблица 5 – Показатели санитарного состояния древесных растений
в городе Новохоперск, % (2011–2019 гг.)

<i>контрольные данные</i>									
Места произрастания растений	Механические повреждения	Поражение насекомыми-фитофагами	Поражение ржавчиной листьев (хвой)	Усыхание ветвей	Поражение пятнистостью	Поражение мучнистой росой	Поражение ступенчатым раком	Поражение стволовыми гнилями	Доля относительно здоровых растений
природные экосистемы пригород. зоны (контроль)	0,3± 0,008	0,9± 0,03	0,01± 0,0003	3,2± 0,12	0,07± 0,002	0,02± 0,0007	0,6± 0,01	1,1± 0,04	
в среднем по контрол. участкам	доля поврежденных растений: 6,2								93,8
<i>урбоэкосистемы</i>									
рекреационные зоны	3,7± 0,13	1,1± 0,04	0,02± 0,0006	5,5± 0,18	0,4± 0,009	0,3± 0,008	0,8± 0,24	1,3± 0,05	86,9
селитебные зоны	4,3± 0,15	1,3± 0,05	0,03± 0,0008	7,2± 0,23	0,7± 0,02	0,5± 0,017	1,0± 0,026	1,6± 0,04	83,4
производственные зоны	6,4± 0,17	1,8± 0,08	0,05± 0,002	8,8± 0,25	0,9± 0,04	0,8± 0,019	1,4± 0,027	2,1± 0,06	77,8
в среднем по насел. пункту	доля поврежденных растений: 17,3								82,7

Отраженные в таблице 5 данные показывают, что в пригородных экологических системах (контроль) доля относительно здоровых древесных растений достигает 93,8 %.

Соответственно, доля растений с повреждениями – 6,2 %. В городских условиях количество здоровых экземпляров древесных растений – 82,7 %, поврежденных – 17,3 %. При этом, в среднем по экосистемам города, доля механических повреждений древесных растений достигает 27,6%. Для Новохоперска, в целом, характерны минимальные по сравнению с другими населенными пунктами района исследований количества древесных растений с выявленными повреждениями.

По следующему населенному пункту – Поворино – можно отметить более высокие значения деградационных показателей по сравнению с Новохоперском (таблица 6).

Таблица 6 – Показатели санитарного состояния древесных растений в городе Поворино, % (2011–2019 гг.)

<i>контрольные данные</i>									
Места произрастания растений	Механические повреждения	Поражение насекомыми-фитофагами	Поражение ржавчиной листьев (хвой)	Усыхание ветвей	Поражение пятнистостью	Поражение мучнистой росой	Поражение ступенчатым раком	Поражение стволовыми гнилями	Доля относительно здоровых растений
природные экосистемы пригород. зоны (контроль)	2,5± 0,09	1,3± 0,05	0,03± 0,0009	5,1± 0,16	0,1± 0,003	0,04± 0,001	1,4± 0,03	1,9± 0,07	
в среднем по контрол. участкам	доля поврежденных растений: 12,4								87,6
<i>урбоэкосистемы</i>									
рекреационные зоны	6,2± 0,22	1,6± 0,05	0,04± 0,001	8,1± 0,25	0,6± 0,02	0,7± 0,03	1,6± 0,04	2,0± 0,05	79,2
селитебные зоны	7,5± 0,24	1,9± 0,08	0,06± 0,002	10,2± 0,28	0,9± 0,03	1,1± 0,04	1,8± 0,06	2,4± 0,09	74,1
производственные зоны	9,1± 0,26	2,6± 0,09	0,09± 0,003	12,3± 0,34	1,4± 0,05	1,6± 0,07	2,3± 0,08	2,4± 0,06	68,2
в среднем по насел. пункту	доля поврежденных растений: 26,2								73,8

В этом поселении средневзвешенный процент относительно здоровых растений в контроле составляет 87,6 %. В урбанизированных экосистемах он равен 73,8 %. В свою очередь доля здоровых экземпляров древесных растений в условиях природных экосистем равняется 12,4 %, в городских экосистемах – 26,2%. В структуре негативных проявлений доля механических видов повреждений этих растений в экосистемах Поворино составляет 29,0%.

Незначительно превосходящими значениями здоровых особей анализируемой группы организмов характеризуется поселок городского типа Грибановский. Установленные результаты их санитарной оценки приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели санитарного состояния древесных растений в поселке городского типа Грибановский, % (2011–2019 гг.)

<i>контрольные данные</i>									
Места произрастания растений	Механические повреждения	Поражение насекомыми-фитофагами	Поражение ржавчиной листьев (хвои)	Усыхание ветвей	Поражение пятнистостью	Поражение мучнистой росой	Поражение ступенчатым раком	Поражение стволовыми гнилями	Доля относительно здоровых растений
природные экосистемы пригород. зоны (контроль)	1,4± 0,04	1,1± 0,03	0,02± 0,0008	3,9± 0,13	0,09± 0,004	0,03± 0,0008	1,2± 0,03	1,5± 0,06	
в среднем по контрол. участкам	доля поврежденных растений: 9,2								90,8
<i>урбоэкосистемы</i>									
рекреационные зоны	4,6± 0,14	1,3± 0,04	0,03± 0,001	6,7± 0,23	0,4± 0,013	0,5± 0,02	1,1± 0,03	1,5± 0,04	83,9
селитебные зоны	5,5± 0,16	1,6± 0,06	0,05± 0,018	7,8± 0,25	0,7± 0,025	0,8± 0,03	1,5± 0,06	1,8± 0,06	80,3
производственные зоны	7,2± 0,22	2,0± 0,08	0,08± 0,0025	10,3± 0,35	1,1± 0,04	1,3± 0,05	1,8± 0,06	2,2± 0,07	74,0
в среднем по насел. пункту	доля поврежденных растений: 20,3								79,4

Здесь в естественных экосистемах, т.е. в контрольных условиях, процент здоровых древесных растений достигает 90,8 %, в экосистемах урбанизированных территорий – 79,4 %. Наоборот, проценты этих растений с повреждениями составляют 9,2 (контроль) и 20,6 (урбоэкосистемы). Механические повреждения древесных растений Грибановского составляют 28,4%.

В наиболее крупном из обследованных населенных пунктов Воронежского Прихоперья – в Борисоглебске – значения поврежденности древесных растений оказались максимальными, дифференцированно функционально-территориальным единицам. Среднестатистические данные диагностики санитарных показателей растительных организмов сведены в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели санитарного состояния древесных растений
в городе Борисоглебск, % (2011–2019 гг.)

<i>контрольные данные</i>									
Места произрастания растений	Механические повреждения	Поражение насекомыми-фитофагами	Поражение ржавчиной листьев (хвой)	Усыхание ветвей	Поражение пятнистостью	Поражение мучнистой росой	Поражение ступенчатым раком	Поражение стволовыми гнилями	Доля относительно здоровых растений
природные экосистемы пригород. зоны (контроль)	3,1± 0,12	1,6± 0,07	0,07± 0,003	7,4± 0,19	0,2± 0,006	0,06± 0,002	1,8± 0,6	2,3± 0,08	
в среднем по контрол. участкам	доля поврежденных растений: 16,5								83,5
<i>урбоэкосистемы</i>									
рекреационные зоны	7,5± 0,22	1,8± 0,06	0,05± 0,002	9,2± 0,26	0,8± 0,03	0,9± 0,04	1,9± 0,07	2,5± 0,09	75,4
селитебные зоны	8,8± 0,24	2,1± 0,09	0,08± 0,003	11,8± 0,34	1,1± 0,04	1,4± 0,05	2,3± 0,08	2,9± 0,12	69,5
производственные зоны	9,8± 0,31	3,3± 0,1	0,2± 0,007	14,7± 0,36	1,6± 0,06	1,8± 0,07	2,6± 0,09	2,9± 0,11	63,1
в среднем по насел. пункту	доля поврежденных растений: 30,7								69,3

Среднеарифметические доли здоровых древесных растений в данном городе выявлены на уровне 83,5 (в природных экосистемах) и 69,3 % (в урбоэкосистемах). Поврежденных растений в пригородных естественных экологических системах насчитывается 16,5 %, в экосистемах города – 30,7 %. В Борисоглебске механические повреждения древесных растений установлены на уровне 28,3%.

Во всех вариантах среднеарифметические по функциональным зонам поселений результаты диагностики санитарного состояния древесных растений оказались статистически значимыми (приложение 2, таблицы 2.1–2.4) при $p < 0,05$, $t > 3$. Анализ средних арифметических результатов определения санитарных показателей установил следующую общую особенность. Среди зарегистрированных показателей наибольший «вклад» в совокупное санитарное состояние древесных растений в поселениях Воронежского Прихоперья вносят механические повреждения (случайные и преднамеренные обламывания веток, нарушения в разных частях крон, повреждения молодых побегов, повреждения коры и нанесение ран стволам и скелетным ветвям при наладочно-сервисных, ремонтных, строительных работах на улицах, во дворах,

около предприятий и на других территориях в пределах функциональных зон), усыхание ветвей, поражения стволовыми гнилями. Также существенное значение в ослаблении растений представляют насекомые-вредители и ступенчатый рак. При этом в производственных функциональных зонах г. Борисоглебска поражения древесных растений насекомыми-вредителями в совокупности с механическими повреждениями и, в особенности, с усыханием ветвей составляют основу деградиционных проявлений в этих организмах.

Усыхание ветвей, по существу, является следствием комплексных негативных воздействий на древесные растения в районе исследований. Их показатели, как и ряд других выявленных деградиционных последствий, возрастают в ряду экосистем Новохоперска (7,2%) → Грибановского (8,3%) → Поворино (10,2%) → Борисоглебска (11,9%).

Полученные средние арифметические значения показали, что наилучшим санитарным состоянием обладают древесные растения, произрастающие в насаждениях пригородной зеленой зоны (то есть в контрольных условиях). В условиях урбаноcреды наиболее ослабленными от поражения вредителями и болезнями, а также от механических повреждений людьми и работающей техникой являются древесные растения в составе насаждений селитебных и особенно производственных функциональных зон. Эти тренды в распределении значений санитарных показателей древесных растений характерны всем населенным пунктам Воронежского Прихоперья.

Анализ санитарных показателей выявил особую опасность для древесных растений от вредителям, болезням, механическим воздействиям вследствие антропогенной деятельности общества в производственных зонах. Это относится к поселку городского типа Грибановский и, прежде всего, к городам Поворино и Борисоглебск. В условиях урбозкосистем минимальные степени повреждений рассмотренными факторами соответствуют древесным растениям, произрастающих в рекреационных (обеспечен минимальный уход за зелеными насаждениями) и селитебных зонах.

Экологическая диагностика санитарных показателей в районе исследований показала следующее. Минимальный (слабый уровень повреждения, то есть до 10%) определен, в среднем, лишь у древесных растений, произрастающих в составе сохранившихся природных экосистем на пригородных территориях (на контрольных участках) Новохоперска (6,2%) и Грибановского (9,2%). Древесные растения, произрастающие в условиях пригородных относительно сохранившихся экосистем Поворино (12,4%) и Борисоглебска (16,5%) характеризуются умеренной поврежденностью.

В урбозкосистемах района исследований среднеарифметические значения санитарных параметров, демонстрирующих умеренную степень повреждений (от 10 до 20%), установлены у древесных растений, произрастающих в рекреационных и селитебных зонах Новохоперска и

Грибановского. Сильный уровень повреждений (более 20%) соответствует древесным растениям, произрастающим в зонах производства Новохоперска, Грибановского и во всех функциональных зонах Поворино и Борисоглебска.

Средневзвешенные санитарные показатели распределены следующим образом. В Новохоперске диагностирован средний (умеренный) уровень повреждения древесных растений (17,3%, в среднем, по городу). В следующих населенных пунктах – в Поворино (26,2%), Грибановском (20,3%) и в Борисоглебске (30,7% аналогично, в среднем по городу) – среднестатистические значения комплексного анализируемого эколого-диагностического параметра соответствуют сильному уровню поврежденности представителей этой группы растений.

Также существенную значимость в совокупной экологической диагностике состояния и биоэкологического потенциала представляет анализ показателей здоровых древесных растений на функционально и экологически различных территориях. Эти показатели демонстрируют общее функциональное состояние анализируемой в работе группы растений в составе зеленых зон урбосистем района исследований.

Полученные данные в процентном выражении сравнивались с контролем и с аналогичными параметрами в рассматриваемых поселениях Прихоперья. Эти данные приведены на рисунке 29. По оси Y указаны средневзвешенные значения процентов здоровых древесных растений, начиная с 60 и выше, поскольку средневзвешенных процентов ниже 60 у этих организмов не обнаружено. По оси X указаны соответствующие территориальные объекты, дифференцированно которым осуществлен экологический анализ растений в поселениях района исследований.

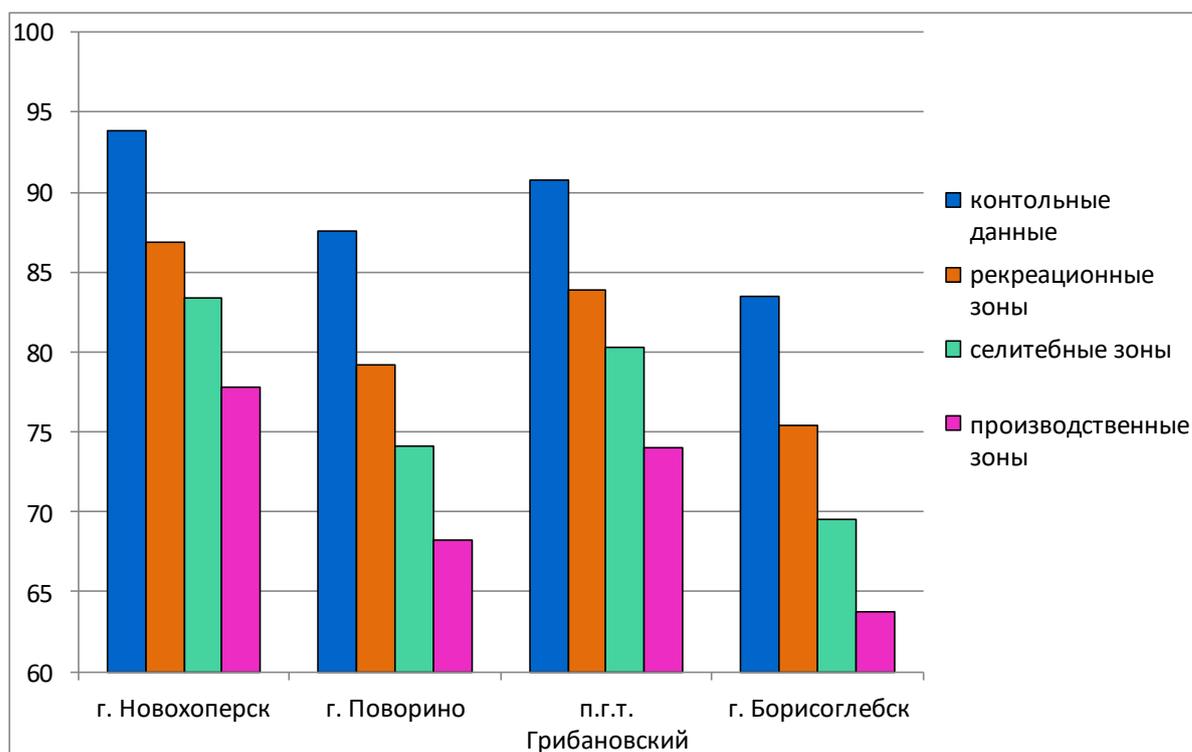


Рисунок 29 – Средневзвешенные значения относительно здоровых древесных растений в районе исследований дифференцированно поселениям и их функциональным зонам, % (2011–2019 гг.)

На данной гистограмме отчетливо видно, что максимальные средневзвешенные проценты здоровых древесных растений обнаружены в экологических системах, использованных в роли контрольных: от 93,8 (Новохоперск) до 83,5% (Борисоглебск). Это общая тенденция для всех обследованных муниципальных районов Воронежского Прихоперья (для каждого из районных центров выбирались контрольные территории в пригородах).

Соответственно, в условиях урбозосистем максимальные проценты здоровых древесных растений характерны рекреационным зонам, далее следуют зоны селитьбы и производственные территории. Ряд долей здоровых растений анализируемой группы по снижению среднестатистических значений данных параметров в поселениях района исследований: в зонах рекреации – $3,7 \pm 0,13$ (Новохоперск), $6,2 \pm 0,22$ (Поворино), $4,6 \pm 0,14$ (Грибановский), $7,5 \pm 0,22\%$ (Борисоглебск); в селитебных зонах (значения экологических показателей в том же порядке) – $4,3 \pm 0,15$, $7,5 \pm 0,24$, $5,5 \pm 0,16$ и $8,8 \pm 0,24\%$; в производственных территориях (аналогичный порядок следования населенных пунктов и эколого-диагностических показателей в них) – $6,4 \pm 0,17$, $9,1 \pm 0,26$, $7,2 \pm 0,22$ и $9,8 \pm 0,31\%$.

Среди населенных пунктов Воронежского Прихоперья лучшая ситуация со здоровыми древесными растениями сложилась в городе Новохоперск. Далее по убыванию процентных

долей здоровых древесных растений следуют поселок городского типа Грибановский, города Поворино и Борисоглебск.

Максимально лучшими значениями показателей санитарного состояния древесных растений обладают древесные растения, произрастающие в природных экологических системах пригородной зоны, выбранные и обследованные в качестве контрольных зон. Установленные значения санитарной оценки рассматриваемой группы организмов свидетельствуют о возможности в наиболее полной мере реализовывать собственный биоэкологический потенциал в зависимости от природных видовых особенностей. Прежде всего, это проявляется в оптимальном ходе индивидуального развития, в том числе в проявлении репродуктивного потенциала, в способностях максимально развить необходимый (природный) габитус, в оптимальной выработке первичной биологической продукции в занимаемых экосистемах, в средоформирующих и средеоптимизирующих функциях и других сопутствующих биоэкологических качеств – на пригородных территориях Воронежского Прихоперья.

Древесные растения в составе насаждений рекреационных территорий характеризуются средневзвешенными санитарными параметрами, наилучшими среди аналогичных эколого-диагностических критериев в других функциональных зонах. Здесь эта группа растений, в целом, способна реализовывать свои природные биоэкологические возможности.

По полученным и обработанным данным можно констатировать: в Воронежском Прихоперье наметился четкий тренд в направлении ухудшения санитарного состояния древесных растений в зонах селитьбы и на производственных территориях. Причем наихудшие показатели санитарного состояния характерны растениям, произрастающим в экосистемах последней указанной функционально-планировочной категории. Полученные средние арифметические данные санитарной оценки древесных растений значительно выше контрольных значений. В производственных зонах поселений района исследований, а также в селитебных зонах городов Поворино и Борисоглебск описанные и проанализированные в этой части работы деградационные воздействия существенно снижают возможности для реализации биоэкологического потенциала древесных растений.

В целом, древесные растения в экосистемах пригородных и рекреационных территорий обладают лучшими санитарными показателями. Худшие (по значениям) санитарные показатели характерны производственным зонам.

Как указывают известные отечественные ученые – Е.Г. Мозолевская, И.Л. Бухарина, Л.М. Кавеленова с коллегами – крупные специалисты в области экологии древесных растений в урбанизированной среде – и ряд других исследователей [Мозолевская, 1998; Кавеленова и др., 2007; Бухарина, 2008; Малыгина и др., 2009; Шихова, Полякова, 2011], санитарные параметры

в значительной мере определяют соответствующие габитуальные особенности и жизненное состояние древесных растений.

За рубежом интерпретации, диагностике и анализу показателей санитарного состояния этой группы организмов также уделяется значительное место в биоэкологических исследованиях. В современных иностранных научных источниках подтверждается, что санитарное состояние древесных растений способствует формированию своеобразного габитуса и виталитета в зависимости от особенностей среды произрастания [Straigyte et al., 2009; Ivanchenko, Bessonova, 2016; Ioos et al., 2020; Roy, 2019]. По авторитетному мнению В.А. Алексева [Алексеев, 1989], Е.Н. Мозолева [Мозолева, 2002], В.С. Николаевского [Николаевский и др., 1999, Николаевский, 1999], А.А. Кулагина [Кулагин, 2006] и других ученых [Жидкова, 2002; Журкова, 2002; Аминова, 2016], на основе фактических материалов и выводов исследователей Ботанического сада имени В.Л. Комарова РАН [Методы изучения лесных..., 2002] требуется указать следующее. Внешние проявления санитарных признаков древостоев могут использоваться в качественной диагностике их жизненности и экологической устойчивости, что рассмотрено в следующем подразделе диссертационной работы (пункт 5.5).

Как указывается в ряде современных исследовательских материалов, показатели санитарного состояния древесных растений соотносятся с декоративными качествами данных организмов [Olsen, 1999; Straigyte et al., 2009; Боговая, Теодоронский, 2014; Некипелова и др., 2015; Павленкова, 2015; Серебрякова и др., 2015; Бойко и др., 2019; Попова и др., 2019], в том числе, как установлено нами [Ларионов, Сираева, 2016; Larionov et al., 2020], в районе исследований.

Выявленные средние арифметические значения санитарных показателей древесных растений находятся в корреляционной зависимости с их среднеарифметическими параметрами (баллами) декоративности. В Новохоперске величины коэффициента корреляции между этими эколого-диагностическими параметрами: $r = +0,63$ (рекреационные объекты), $r = +0,69$ (селитебные зоны), $r = +0,75$ (производственные зоны). В Поворино также установлена корреляция между сравниваемыми экологическими параметрами: $r = +0,81$ (рекреационные объекты), $r = +0,73$ (селитьба), $r = +0,92$ (индустриальные зоны). Для Грибановского значения корреляционных связей составили: $r = +0,72$ (зоны рекреации), $r = +0,79$ (селитебные зоны), $r = +0,85$ (производственные зоны). В крупнейшем из рассматриваемых поселений района исследований – в Борисоглебске – коэффициенты корреляции оказались равными: $r = +0,84$ (рекреационные зоны), $r = +0,89$ (селитебные зоны), $r = +0,96$ (производственные территории).

Таким образом, установлены значения средней и высокой взаимозависимости показателей санитарного состояния древесных растений и их декоративности в составе экосистем, располагающихся в границах соответствующих функциональных зон поселений

района исследований. Корреляционный анализ также показал значимость результатов санитарной оценки состояния древесных растений в их экологической диагностике.

Логично добавить, что, в целом по населенным пунктам района исследований, наиболее ослабленное санитарное состояние древесных растений выявлено в городе Поворино и особенно в городе Борисоглебск. Эта тенденция характерна посадкам древесных растений во всех функциональных зонах этих урботехносистем. Тем не менее, данные выполненного мониторинга санитарных показателей древесных растений свидетельствуют о приспособленности аборигенных и интродуцированных видов к местным условиям. Санитарные параметры данной группы растений в значительной мере определяют их габитуальные особенности, декоративность и ЖС в условиях урбоэкосистем района исследований.

Перманентные обследования древесных насаждений в разных функциональных зонах поселений района исследований, к сожалению, выявили дефицит работ по поддержанию необходимой структуры посадок деревьев и кустарников, по уходу за ними, их охране. Особенно это касается стационарных и подвижных техносферных объектов, представляющих значимый ущерб окружающей среде и ее биотическим компонентам, в том числе растениям [Ларионов, 2012_{а,б}, 2014_{а,б}; Ларионов, Ларионов, 2014_а, 2015_а; Ларионов и др., 2017_{а,б}, 2018_{а,б,в}; Громова и др., 2018].

Результаты выполненной характеристики санитарных показателей деревьев и кустарников во многом отражают экологическую обстановку дифференцированно урбанизированным территориям Воронежского Прихоперья, результаты определения которой освещаются в следующем подразделе. В определенной мере рассмотренные показатели древесных растений обуславливают соответствующие показатели экологической комфортности урбанизированной среды Воронежского Прихоперья в разных населенных пунктах и, соответственно, в разных функциональных зонах.

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

Городская среда очень существенно различается с природной (сохранившейся). В городских условиях деревья и кустарники подвергаются сильному воздействию всех факторов городской среды (загазованность воздуха, недостаточное или избыточное освещение, своеобразный состав городских почв). Это в наибольшей степени отражают диагностируемые показатели ЖС. Зачастую факторы урбанизированной среды приводят к снижению благоприятных качеств растений, к существенному лимитированию оптимального габитуса и к

снижению устойчивости к повреждениям вредителями и болезнями. ЖС древесных растений в урбоэкосистемах, по сути, является интегральным отражением жизнеспособности, в том числе репродуктивной производительности этих организмов в жестко лимитированных условиях современной городской среды [Шихова, Полякова, 2003; Неверова, 2004; Urban Ecology..., 2008; Niemelä, Breuste, 2011].

При этом определение уровня антропогенной нагрузки имеет, как большое санитарно-гигиеническое значение в плане выявления зон экологических опасностей для жителей, так и для установления факторов, способствующих снижению состояния и функциональности древесных насаждений. Известно, что антропогенная нагрузка в современных городах зачастую складывается из многих факторов [Любимов и др., 2011; Urban Ecology..., 2011; Ларионов и др., 2017; Perspectives in Forman, 2019; Urban Pollution: Science..., 2019]. Прежде всего, необходимо учитывать приоритетные антропогенно-техногенные условия в конкретной местности [McDonnell et al., 2009; Шихова, 2010; Forman, 2014; Ларионов, 2015_{а,б,в}; Parris, 2016; Савельева, Ларионов, 2018], чтобы иметь понимание о специфике экологической обстановки в соответствующей местности. Выявленные приоритетные показатели антропогенной нагрузки в свою очередь дают возможность определить их значимость в лимитировании жизнеспособности и устойчивости растений.

На основе изученности проблемы (п. 2.3) и собственных наблюдений выделены, исследованы и проанализированы следующие деградирующие воздействия антропогенно-техногенного характера в поселениях района исследований: уровень захламленности, уплотненность почв, плотность дорожно-тропиночной сети, интенсивность движения пешеходов и интенсивность движения автомобильного транспорта за единицу времени. Антропогенно-техногенная нагрузка в районе исследований определяется, главным образом, указанными факторами.

В приведенных ниже таблицах установлены показатели антропогенно-техногенных деградационных факторов для озелененных территорий в рассматриваемых населенных пунктах. Это объясняется тем, что основные объекты исследований в Воронежском Прихоперье – древесные растения – размещены непосредственно в пределах созданных элементов зеленой инфраструктуры в каждом населенном пункте.

Результаты определения параметров захламленности в районе исследований дифференцированно функциональным зонам и, в среднем, для поселений сведены в таблице 9.

Таблица 9 – Уровни захламленности озелененных территорий дифференцированно функциональным зонам и поселениям Воронежского Прихоперья, % (2011–2019 гг.)

Контрольные значения	Рекреационные зоны	Селитебные зоны	Производственные зоны	Средние арифметические данные по функц. зонам
г. Новохоперск				
8,2±0,33	4,6±0,18	9,2±0,35	12,1±0,52	8,6±0,33
п. г. т. Грибановский				
10,5±0,37	19,3±0,64	25,8±0,96	36,9±1,5	27,3±1,2
г. Борисоглебск				
6,3±0,21	12,1±0,49	9,5±0,41	15,7±0,54	12,4±0,51
г. Поворино				
9,4±0,28	15,8±0,65	19,1±0,72	33,5±1,4	22,8±0,89
$p < 0,05, t > 3$				
в среднем по функциональным зонам района исследований				
8,6	13,0	15,9	24,6	17,8

Среди пригородных территорий (реализованы в исследованиях в качестве контрольных районов) экологический мониторинг выявил: в большей мере захламленности подвержены пригородные территории п. г. т. Грибановский и г. Поворино, в меньшей – и гг. Борисоглебск, Новохоперск. Здесь имеет первоочередное значение регулярность уборки территорий, уровень ухода, благоустройства. Очевидно, в большей мере благоустроены пригородные территории Борисоглебска и Новохоперска.

Из функциональных территорий рассматриваемых поселений замусоренность в максимальной степени характерна производственным зонам, минимальная – зонам рекреации. Соответственно, селитебные территории занимают срединное положение по среднеарифметическим значениям анализируемого эколого-диагностического показателя. При этом наибольшие значения данного фактора установлены для производственных территорий Грибановского (36,9±1,5), Поворино (33,5±1,4%), самые малые – двум остальным городам: 12,1±0,52 в Новохоперске и 15,7±0,54% в Борисоглебске. Селитебные и в особенности рекреационные зоны в меньшей степени подвержены захламлению почвенного покрова.

В среднем по населенным пунктам района исследований данные о замусоренности рассматриваемых урбанизированных территорий показывают, что в меньшей мере данный негативный антропогенный фактор проявлен в городах Новохоперск (8,6±0,33) и Борисоглебск (12,4±0,51%), в большей мере – в поселке Грибановский (27,3±1,2) и в городе Поворино (22,8±0,89%). Выявленные различия в значениях анализируемого эколого-диагностического параметра с контролем достоверны. По градации уровней захламленности территории [Методические указания..., 2003] относительно «незахламленными» являются почвы Борисоглебска. В Новохоперске и Поворино почвы соответствуют слабой степени

захламленности. В поселке Грибановский почвы захламлены в средней степени. Различия в показателях захламленности определяются, в основном, разной интенсивностью и эффективностью уборки территорий.

В параметрах плотности сложения почв в разных функциональных зонах и, в среднем, в урбосистемах Воронежского Прихоперья идентифицированы достоверные различия (таблица 10).

Таблица 10 – Значения уплотненности почв в пределах озелененных территорий дифференцированно функциональным зонам и поселениям Воронежского Прихоперья, г/см³ (2011–2019 гг.)

Контрольные значения	Рекреационные зоны	Селитебные зоны	Производственные зоны	Средние арифметические данные по функц. зонам
г. Новохоперск				
1,11±0,036	1,06±0,027	1,16±0,035	1,19±0,051	1,14±0,038
п. г. т. Грибановский				
1,15±0,044	1,13±0,038	1,24±0,054	1,27±0,057	1,21±0,043
г. Борисоглебск				
1,20±0,048	1,25±0,052	1,35±0,059	1,39±0,063	1,33±0,051
г. Поворино				
1,18±0,037	1,15±0,043	1,26±0,048	1,32±0,052	1,24±0,046
<i>p</i> < 0,05, <i>t</i> > 3				
в среднем по функциональным зонам района исследований				
1,16	1,15	1,25	1,29	1,23

Из этой таблицы следует: по уровню уплотнения на первом месте находятся почвы в производственных зонах, из них максимальными значениями данного параметра обладают почвы производственных зон города Борисоглебск (1,39±0,063), минимальными значениями – почвы аналогичных функциональных территорий в городе Новохоперск (1,19±0,051 г/см³). Далее по значениям уплотненности следуют селитебные и рекреационные функциональные зоны. Почвогрунты на данных территориях испытывают максимальное давление от уплотнения в Борисоглебске (1,35±0,059 в территориях селитьбы; 1,25±0,052 г/см³ – в пределах рекреационных объектов), Поворино (1,26±0,048 в зонах селитьбы; 1,15±0,043 г/см³ – в зонах рекреации). К ним «приближается» Грибановский: средневзвешенные значения замусоренности варьируют от 1,27±0,057 (зоны производства) до 1,13±0,038 г/см³ (рекреационные зоны). Самые слабоуплотненные почвогрунты выявлены в Новохоперске, причем во всех зонах.

В целом можно констатировать: в максимальной степени почвы уплотнены в г. Борисоглебск (1,33±0,051 г/см³), в минимальной степени – почвы г. Новохоперск (1,14±0,038 г/см³). В первом случае показатель соответствует диагностическому критерию «слабой

уплотненности» почв, во втором – «нормальной плотности» по градации уровней плотности сложения для городских почв [Методические указания..., 2003].

Соответственно, средние арифметические значения анализируемого экологического показателя в п. г. т. Грибановский и г. Поворино занимают промежуточные положения: $1,21 \pm 0,043$ и $1,24 \pm 0,046$ г/см³. В обоих этих случаях установлен слабый уровень уплотненности почв.

На уплотнение почв оказывают совокупное воздействие пешеходы и автомобильный транспорт. При этом автомобили с проезжих частей зачастую намеренно заезжают на озелененные территории и прилегающие к ним участки, «сокращая» себе путь, облегчая маневрирование, используя их в роли импровизированных «парковочных» мест и т.п., тем самым прикатывая и уплотняя грунт. Это также ведет к ухудшению структурности верхних горизонтов почв, к нарушению целостности растительного покрова и, в итоге, к эрозионным процессам (водные, воздушные эрозии) в почвенном покрове, инициированным анализируемыми видами антропогенного воздействия. В итоге происходит деградация и обеднение их хрупких и без того слаборазвитых плодородных горизонтов, образование пыли.

Образование дорожно-тропиночной сети является следствием градостроительной, в том числе дорожно-строительной и дорожно-реставрационной деятельности, активности пешеходов и автомобилей. По итогам мониторинга установлены различия в показателях плотности дорожно-тропиночной сети в рассматриваемых территориях, что отражено в таблице 11.

Таблица 11 – Густота дорожно-тропиночной сети дифференцированно функциональным зонам и поселениям Воронежского Прихоперья, % (2011–2019 гг.)

Контрольные значения	Рекреационные зоны	Селитебные зоны	Производственные зоны	Средние арифметические данные по функц. зонам
г. Новохоперск				
7,4±0,25	12,4±0,56	23,5±0,87	26,2±0,98	20,7±0,75
п. г. т. Грибановский				
4,1±0,16	18,2±0,77	29,8±1,3	36,6±1,2	28,2±1,2
г. Борисоглебск				
14,5±0,46	27,9±1,2	39,9±1,6	50,7±1,9	39,5±1,5
г. Поворино				
9,8±0,37	31,3±1,5	28,4±1,2	37,2±1,7	32,3±1,4
$p < 0,05, t > 3$				
в среднем по функциональным зонам района исследований				
9,0	22,5	32,6	35,5	30,2

Дорожно-тропиночная сеть в наибольшей мере выражена в производственных зонах поселений района исследований. Также данный экологический параметр демонстрирует свою

значимость и в пределах селитебных территорий, которые, в целом, по установленным средним арифметическим значениям плотности дорожно-тропиночной сети значительно приближены к производственным зонам. Среди средних арифметических показателей густоты дорожно-тропиночной сети в производственных территориях максимальные значения характерны гг. Борисоглебск ($50,7 \pm 1,9\%$) и Поворино ($37,2 \pm 1,7\%$). Также к ним очень «близко» среднее арифметическое значение анализируемого эколого-диагностического критерия в производственных зонах п. г. т. Грибановский ($36,6 \pm 1,2\%$). Селитебные зоны в среднем демонстрируют разброс значений плотности дорожно-тропиночной сети по населенным пунктам – от $23,5 \pm 0,87$ (Новохоперск) до $39,9 \pm 1,6\%$ (Борисоглебск). Рекреационные зоны также подвержены дорожно-тропиночному прессингу. При этом минимум среднеарифметических показателей выявлен в Новохоперске и Грибановском, максимум в остальных двух городах. Очень важно заметить: в пределах рекреационных объектов городов Борисоглебск ($27,9 \pm 1,2\%$) и Поворино ($31,3 \pm 1,5\%$) средневзвешенные показатели дорожно-тропиночной сети также существенны.

Максимальные средние арифметические значения густоты данного эколого-диагностического показателя выявлены для г. Борисоглебск ($39,5 \pm 1,5\%$), минимальные – для г. Новохоперск ($20,7 \pm 0,75$), далее следуют п. г. т. Грибановский ($28,2 \pm 1,2$) и г. Поворино ($32,3 \pm 1,4\%$). Плотность дорожно-тропиночной сети определяется общим уровнем освоенности урбанизированных территорий, количеством и интенсивностью пешеходов и транспорта. Определенное значение также имеет уровень личной культуры людей, ряд из которых позволяют себе движение не по предусмотренным пешеходным маршрутам (тротуарам): некоторые люди, к сожалению, предпочитают сокращать собственные траектории движения за счет газонов придорожных, внутривидовых территорий и прилегающих участков к общественно-деловым учреждениям (муниципальным учреждениям разного профиля, торговым, расчетно-кассовым и деловым центрам, аптекам, магазинам, закусочным, кафе, остановкам общественного транспорта и пр.). Иногда такое наблюдается в скверах и парках. Заезжают автомобили и спецтехника на территории зеленых зон, особенно на разделительные зеленые полосы и на прилегающие к общественным и деловым учреждениям, к жилым зданиям. Перечисленные следствия антропогенно-техногенных влияний также способствуют уплотнению почв и иногда замусориванию в урбосистемах района исследований.

Как уже было отмечено, интенсивность пешеходов является антропогенно-деградационным фактором в урбанизированной среде Воронежского Прихоперья. Среднеарифметические результаты ее регистрации указаны в таблице 12.

Таблица 12 – Значения интенсивности движения пешеходов дифференцированно функциональным зонам и поселениям Воронежского Прихоперья, человек/час (2011–2019 гг.)

Контрольные значения	Рекреационные зоны	Селитебные зоны	Производственные зоны	Средние арифметические данные по функц. зонам
г. Новохоперск				
6,3±0,28	18,7±0,84	76,3±3,5	24,8±0,82	39,9±1,5
п. г. т. Грибановский				
10,1±0,44	29,5±1,1	126,1±4,4	47,5±1,6	67,7±2,8
г. Борисоглебск				
24,7±0,82	91,3±4,2	343,9±11,2	154,2±5,7	196,5±7,3
г. Поворино				
13,2±0,48	35,4±1,3	135,6±4,8	56,5±2,2	75,8±3,1
$p < 0,05, t > 3$				
в среднем по функциональным зонам района исследований				
13,6	43,7	170,5	70,8	95,0

Результаты, представленные в этой таблице свидетельствуют, что максимальный пресс от интенсивности пешеходов проявляется в селитебных территориях, а также в производственных зонах. Рекреационные зоны в меньшей мере подвергаются антропогенному давлению от интенсивности пешеходного движения.

В рекреационных объектах максимальные значения интенсивного пешеходов установлены в Борисоглебске (91,3±4,2) и Поворино (35,4±1,3 человек/час), минимальные – в условиях рекреации Новохоперска (18,7±0,84 человек/час). Селитебные зоны, как уже отмечено, характеризуются повышенным (в сравнении с другими функциональными зонами) уровнем интенсивности пешеходного движения. Здесь максимальные значения выявлены в Борисоглебске (343,9±11,2), Поворино (135,6±4,8 человек/час). Приближена к этим среднеарифметическим экологическим показателям интенсивность движения пешеходов в зонах селитьбы Грибановского (126,1±4,4 человек/час). Соответственно, в Новохоперске – минимальные значения данного эколого-диагностического параметра, как в условиях селитьбы 76,3±3,5 человек/час), так и остальных функциональных зон (24,8±0,82 в производственных и 18,7±0,84 человек/час в рекреационных зонах). Значимое давление пешеходы оказывают в границах производственных территорий: максимально – в Борисоглебске (154,2±5,7), минимально – в Новохоперск (данные приведены в предыдущем предложении). Заслуживает внимания упомянуть, что в рекреационных зонах Борисоглебска активность пешеходного движения выше такового параметра, как в рекреационных объектах других поселений, так и выше интенсивности пешеходов в селитебной зоне Новохоперска, производственных зон большинства других поселений (кроме самого этого города).

В целом, вычисление и анализ среднестатистических данных интенсивности их движения показали: наивысшие значения сравниваемых показателей характерны Борисоглебску (196,5±7,3), самые малые – Новохоперску (39,9±1,5 человек/час). Промежуточное положение занимают Грибановский и Поворино со значениями интенсивности пешеходного передвижения, соответственно, 67,7±2,8 и 75,8±3,1 человек за час учетов.

В ходе эколого-мониторинговых исследований и наблюдений также выполнялась регистрация активности движения автомобилей. Среднеарифметические значения результатов представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Значения интенсивности автомобильного движения дифференцированно функциональным зонам и поселениям Воронежского Прихоперья, единиц автотранспорта/час (2011–2019 гг.)

Контрольные значения	Рекреационные зоны	Селитебные зоны	Производственные зоны	Средние арифметические данные по функц. зонам
г. Новохоперск				
8,5±0,34	4,2±0,19	90,1±3,6	127,9±5,1	74,1±2,9
п. г. т. Грибановский				
14,2±0,51	3,1±0,14	139,5±5,4	164,2±4,9	113,9±3,7
г. Борисоглебск				
27,3±0,93	6,4±0,27	308,6±11,2	447,9±13,5	254,3±8,3
г. Поворино				
19,6±0,67	2,3±0,08	166,5±6,9	198,7±7,8	122,5±4,8
$p < 0,05, t > 3$				
в среднем по функциональным зонам района исследований				
17,4	4,0	176,2	234,7	141,2

В данном случае (таблица 13) выявлена аналогичная большинству предыдущих случаев тенденция, то есть установленным и представленным данным в таблицах 9–11: производственные зоны находятся под наибольшим антропогенным прессом. В них интенсивность автотранспорта составляет (по убывающей) от 447,9±13,5 (Борисоглебск), 198,7±7,8 (Поворино) до 164,2±4,9 (Грибановский), 127,9±5,1 (Новохоперск) единиц автотранспорта за час наблюдений. В рекреационных территориях урбосистем района исследований определены наименьшие параметры автотранспортной нагрузки, в целом, в сравнении с прочими функциональными зонами (по всем поселениям). Они изменяются от 2,3±0,08 (Поворино) до 6,4±0,27 единиц автотранспорта/час (Борисоглебск). Примечательно, что в Грибановском и Новохоперске среднеарифметические значения интенсивности автомобильного движения находятся в промежуточном положении, что связано с местной

спецификой ограничения автомобиледвижения через рекреационные объекты и непосредственно вблизи них.

Город Борисоглебск, как и в предыдущем случае, оказался наиболее загружен автотранспортом. Средняя интенсивность его движения в этом урбанизированном районе выявлена на уровне $254,3 \pm 8,3$ единиц машин/час. Далее по данным среднеарифметической интенсивности перемещения автомобилей (по убывающей) следуют Поворино ($122,5 \pm 4,8$), Грибановский ($113,9 \pm 3,7$), Новохоперск ($74,1 \pm 2,9$ единиц автотранспорта/час).

Общей тенденцией является то, что наиболее загруженными автомобильным транспортом являются производственные территории, далее следуют селитебные зоны. В этих зонах располагается большое количество проезжих частей (между микрорайонами, внутривидовых проездов и т.п.), подъездов к объектам производств, производственно-складским объектам, к учреждениям административного, социального, сервисного, торгово-делового профилей, к территориям жилого фонда, периферическим обслуживаемым объектам коммунального хозяйства и инженерных коммуникаций. В условиях производственных зон располагается значительное количество, как самих производств (разного профиля предприятий, цехов, наладочных и ремонтных пунктов, сервисных служб), так и инженерно-инфраструктурных, инженерно-обслуживающих, складских, вспомогательных и иных объектов техносферы. На территориях многих производственных объектов и их инфраструктур образовались новые организации, в том числе на основе частного и арендного хозяйствования. Это обуславливает дополнительные притоки автотранспорта. Несмотря на некоторый спад производства в последние годы, на многочисленных автодорогах и подъездах к перечисленным объектам сохраняется определенная активность автомобильного движения, что установлено выполненным мониторингом.

В последние полтора-два десятилетия произошла переориентация производственных объектов на выпуск «массовой» продукции: автозапчастей, строительных материалов, комплектующих и разнообразных ремкомплектов для домашних коммуникаций, оборудования и специального транспорта, готовых пищевых продуктов и «полуфабрикатов». На территориях многих остановленных индустриальных объектов массово возникли пункты аренды (помещений, оборудования, материалов и пр.), продаж, автосервисы, шиномонтажи, торговые и деловые центры, развлекательные учреждения, склады и хранилища для торговых и обслуживающих предприятий и т.п. Поэтому автотранспортная нагрузка здесь имеет высокое значение в общем «вкладе» в параметры деградации экологической обстановки района исследований.

Минимальные значения интенсивности автомобильного передвижения выявлены в пределах зон рекреации. Здесь наложены определенные ограничения для массового движения

транспорта, кроме специальных машин (поливальных, рыхлительных, мусоросборщиков и т.д.). Кроме того, в общем, рекреационные территории не предназначены для массового движения автомобилей.

На основании разработанной системы балльной экологической диагностики состояния окружающей среды в урбосистемах района исследований идентифицированы уровни антропогенного давления по совокупности проанализированных показателей. Балльная оценка представлена на таблице 14.

Таблица 14 – Значения баллов антропогенной нагрузки дифференцированно функциональным зонам и поселениям Воронежского Прихоперья

Контрольные значения	Рекреационные зоны	Селитебные зоны	Производственные зоны	Средние арифметические данные по функц. зонам
г. Новохоперск				
2,9	5,8	8,4	13,5	9,2
п. г. т. Грибановский				
4,7	8,3	26,5	32,2	22,3
г. Борисоглебск				
12,3	18,4	37,3	47,9	34,5
г. Поворино				
8,6	13,5	30,2	39,4	27,7

Выполненный мониторинг антропогенной нагрузки на окружающую среду поселений Воронежского Прихоперья и балльный анализ его результатов выявили: меньшие значения нагрузки определены в условиях природных сообществ в пригородах (контрольные данные), наибольшие – в производственных зонах, далее по величинам баллов следуют зоны селитьбы и рекреации.

Максимум эколого-диагностических баллов выявлен в производственных зонах Борисоглебска – 47,9 и Поворино – 39,4 баллов, минимум в пределах данных зон – в Грибановском – 32,2 и Новохоперске – 13,5 баллов. В зонах селитьбы и рекреации численные значения баллов антропогенной нагрузки показывают аналогичный тренд. Наименьшие значения их выявлены в рекреационных зонах: от 5,8 баллов – в Новохоперске до 13,5 баллов – в Поворино.

Значения баллов антропогенно-техногенной нагрузки дифференцированно видам воздействий на окружающую среду и населенным пунктам Воронежского Прихоперья приведены в сводной таблице 3.1 (приложение 3). Эти данные демонстрируют общий характер нагрузки в изученных поселениях.

Анализ результатов экологического мониторинга выявил, что по большинству антропогенно-деградационных воздействий (кроме захламенности) лидирующее положение занимает г. Борисоглебск. Он характеризуется максимальным техногенным прессингом на окружающую среду в сравнении с остальными рассматриваемыми урбанизированными районами. По показателю захламенности, между прочим, данный населенный пункт занимает вторую позицию (после Новохоперска с минимальным уровнем захламенности). Это можно связать с относительной своевременностью и систематичностью уборки территории от разных наименований отходов и мусора в данных городах.

Вычисленные суммы баллов, как раз, обобщенно и при этом в совокупности идентифицируют различия в уровнях антропогенного прессинга на окружающую среду в поселениях района исследований в соответствии с разработанной балльной системой экологической диагностики. Борисоглебск с максимальной суммой эколого-диагностических баллов, равной 34,5, испытывает средний (умеренный) уровень антропогенной нагрузки. Этот же город включает в себе максимальную численность населения, наибольшую хозяйственно-эксплуатационную освоенность территории и наивысший транспортно-производственный потенциал среди исследуемых поселений. Поселок городского типа Грибановский (22,3 балла) и город Поворино (27,7 баллов) характеризуются низкой антропогенной нагрузкой. Их хозяйственно-производственные потенциалы распределены в аналогичном порядке. Незначительная (крайне низкая) антропогенная нагрузка установлена в городе Новохоперск, равная 9,2 баллам. Этому значению соответствует самая низкая хозяйственная освоенность и незначительная роль производства в народном хозяйстве и в деградации окружающей среды.

Таким образом, максимальный уровень антропогенно-техногенного давления на окружающую среду определен в Борисоглебске, далее «следуют» Грибановский, Поворино. Минимальный уровень антропогенно-техногенного давления «испытывает» окружающая среда в Новохоперске. Далее следуют результаты определения экологического состояния древесных растений, образующих структурно-функциональную основу экосистем в населенных пунктах Воронежского Прихоперья.

Исследование и последующая оценка ЖС растений выполнялись в трех основных функциональных зонах рассматриваемых урбанизированных районов с соотношением их к определенной эколого-диагностической категории состояния. Оценивалось состояние древесных растений, находящихся в трех возрастных стадиях и количественно составляющих основу древесных насаждений в населенных пунктах района исследований.

Результаты отражены далее на рисунках 30–33. Все данные подвергнуты статистической обработке, выявившей их достоверность при $p < 0,05$, $t > 3$ (приложение 3, таблица 3.2).

Гистограмма на рисунке 30 содержит среднестатистические параметры жизненности древесных растений, произрастающих в урбоэкосистемах города Новохоперска и в составе природных экологических систем его пригородной зоны, то есть в контрольных условиях.

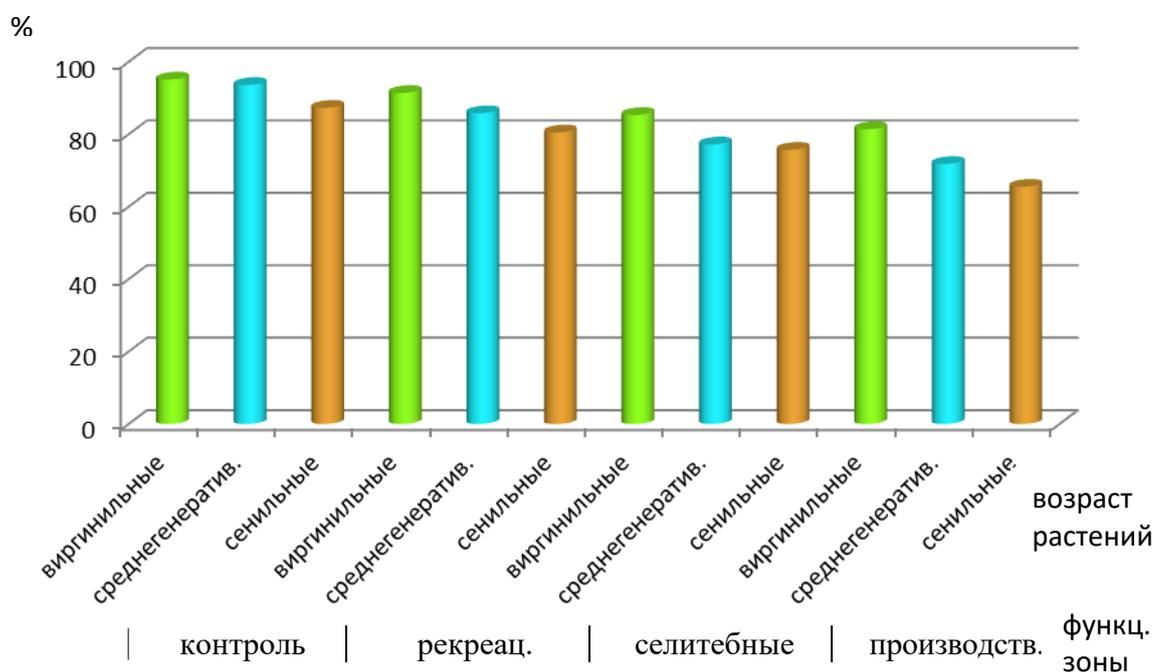


Рисунок 30 – Среднеарифметические значения индекса ЖС древесных растений в г. Новохоперск по функциональным зонам (2011–2019 гг.)

В этом населенном пункте самые высокие среднеарифметические показатели ЖС идентифицированы у представителей данной группы организмов, местами произрастания которых являлись озелененные территории в зонах рекреации: $91,4 \pm 3,27$ (виргинильные растения), $85,8 \pm 2,83$ (среднегенеративные), $80,5 \pm 2,26\%$ (растения в сенильной стадии онтогенеза). Как видно, во всех случаях, в среднем, экологическое состояние древесных растений определено на относительно здоровом уровне.

Средние арифметические значения индекса ЖС анализируемой группы растений на территориях селитьбы, дифференцированно возрастным стадиям, составляют: $85,3 \pm 1,92$ (виргинильные), $77,2 \pm 1,88$ (среднегенеративные) и $75,7 \pm 2,64\%$ (сенильные). В данном случае лишь древесные растения в виргинильной фазе развития демонстрируют относительно здоровое жизненное состояние. В среднегенеративном и сенильном возрастных состояниях древесные растения являются умеренно поврежденными.

В индустриальных зонах произрастают древесные растения, обладающие достоверно меньшими значениями жизненности в сравнении с контролем и с растениями из урбоэкосистем остальных функциональных зон. Величины ЖС древесных растений на этих территориях составляют: $81,4 \pm 1,75$ (виргинильные), $71,8 \pm 1,37$ (среднегенеративные) и $65,5 \pm 1,73\%$

(сенильные растения). Здесь лишь виргинильные древесные растения являются относительно здоровыми, в двух других возрастных стадиях – умеренно поврежденными.

На рисунке 31 отражены сведения о рассматриваемой группе растительных организмов, местами обитания которых являлись естественные экосистемы на пригородных (контроль) и, собственно, на урбанизированных территориях Поворинского района.

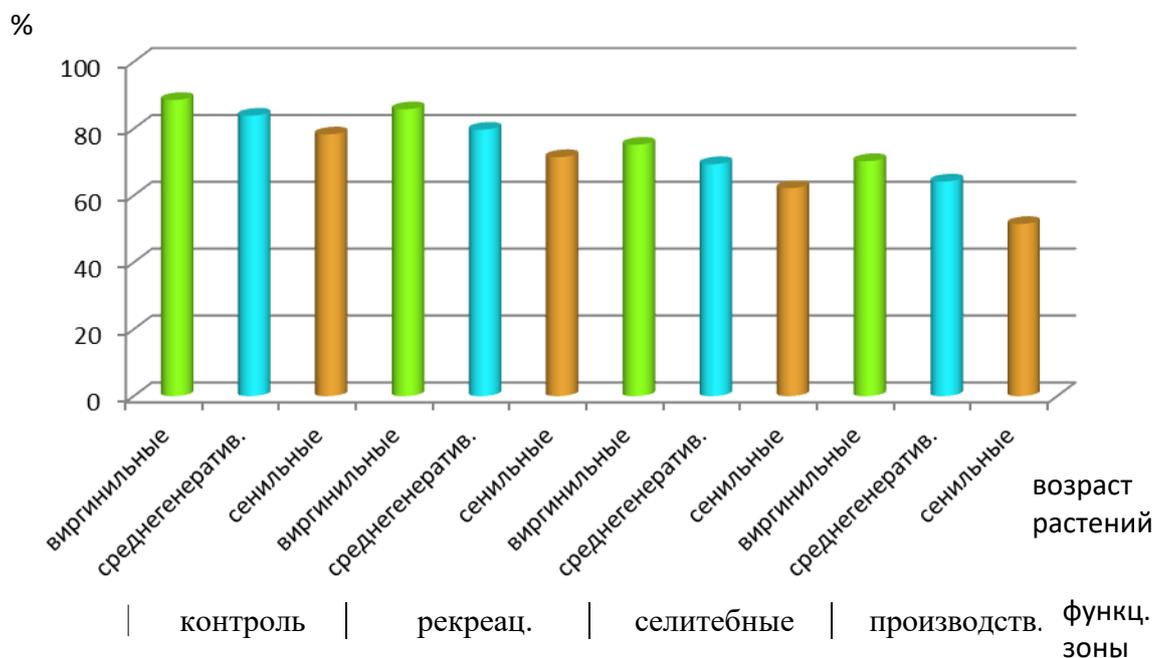


Рисунок 31 – Среднеарифметические значения индекса ЖС древесных растений в г. Поворино по функциональным зонам (2011–2019 гг.)

Из этого изображения следует: в Поворино, как и в случае предыдущего населенного пункта, наблюдается тенденция снижения показателей жизнестойкости объектов исследований от рекреационных к производственным территориям. Выявлены, в том числе, различия в состоянии растений разных возрастных групп.

В экосистемах, расположенных в зонах рекреации, диагностированные показатели ЖС составляют: $85,8 \pm 1,94$ у виргинильных древесных растений, $79,7 \pm 1,99$ у среднегенеративных и $71,5 \pm 2,23\%$ у сенильных растений. Соответственно, здесь в первом варианте состояние данных организмов оценивается, как относительно здоровое, в двух остальных – верхние пределы диагностической категории умеренно поврежденных растений.

Древесные растения, произрастающие в условиях экосистем в селитебных территориях города, имеют такие показатели индекса ЖС: $75,2 \pm 2,63$ (виргинильные), $69,4 \pm 1,76$ (среднегенеративные) и $62,2 \pm 1,13\%$ (сенильные особи). Средние арифметические значения данного экологического параметра показывают умеренную степень поврежденности древесных растений.

В условиях производственных функциональных зон представители рассматриваемой группы растений имеют достоверно меньшие средние арифметические значения индекса ЖС: $70,3 \pm 1,01$ у виргинильных, $64,2 \pm 1,14$ у среднегенеративных и $51,5 \pm 0,79\%$ у сенильных древесных растений. Все три полученных значения соответствуют категории умеренно поврежденных растений. При этом в последнем варианте – у древесных растений в сенильной стадии развития – анализируемый экологический показатель свидетельствует о практически нижнем пределе умеренной степени повреждения.

Результаты экологической диагностики ЖС объектов исследований в пригородной зоне (контроль) поселка городского типа Грибановский и в самом поселении представлены на рисунке 32.

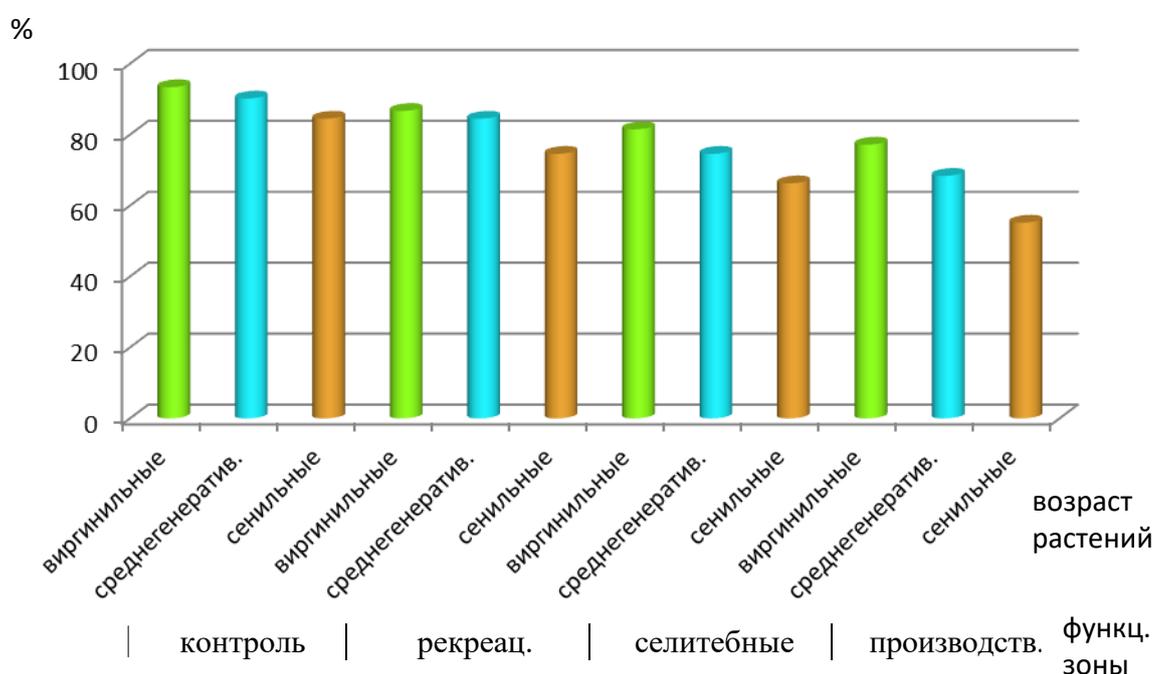


Рисунок 32 – Среднеарифметические значения индекса ЖС древесных растений в п. г. т. Грибановский по функциональным зонам (2011–2019 гг.)

В этом поселении также очевидна тенденция снижения показателей ЖС древесных растений (слева направо на гистограмме) от пригородных естественных экологических систем к экосистемам производственных территорий. Соответственно, селитебные районы поселка занимают срединное положение по значениям анализируемых величин.

В среднем, среди урбоэкосистем наименьшими данными экологи-диагностическими параметрами обладают древесные растения, местами произрастания которых служат рекреационные объекты. Значения их ЖС варьируют дифференцированно экземплярам древесных растений в разных возрастных группах: $86,7 \pm 2,82$ (виргинильные), $84,5 \pm 2,25$ (среднегенеративные) и $74,6 \pm 2,51\%$ (сенильные). В первых двух вариантах данные организмы

характеризуются относительно здоровым состоянием, в последнем (растения в среднегенеративной фазе онтогенеза) – умеренно поврежденным состоянием.

Древесные растения в селитебных районах имеют такие среднестатистические значения индекса ЖС: $81,5 \pm 2,06$ (виргинильные), $74,6 \pm 2,13$ (среднегенеративные), $66,3 \pm 2,22\%$ (сенильные). Это данные означают: только у виргинильных растений зафиксировано относительно здоровое состояние, у среднегенеративных и особенно у старых особей – умеренный уровень повреждений.

Производственные зоны Грибановского содержат озелененные территории, в которых древесные растения имеют следующие среднеарифметические значения жизненности: $77,2 \pm 1,84$, $68,4 \pm 1,43$ и $55,2 \pm 1,05\%$. Соответственно, данные экологические показатели относятся к виргинильным, среднегенеративным и сенильным растениям. Все установленные и приведенные значения этих показателей характеризуют древесные растения с умеренной степенью поврежденности. В последнем случае, то есть у представителей древесных растений в сенильном возрасте, отмечен практически нижний предел этой эколого-диагностической категории.

Средние арифметические данные индекса ЖС древесных растений, произрастающих в пригородных (контроль) и городских условиях Борисоглебска, показаны на рисунке 33.

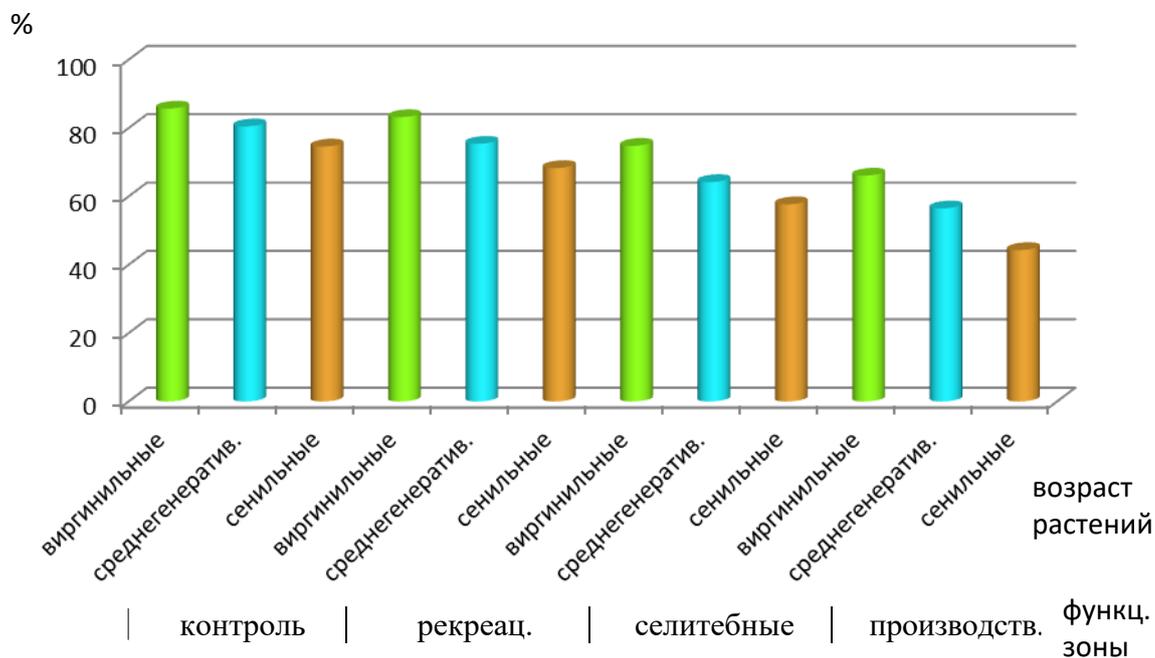


Рисунок 33 – Среднеарифметические значения индекса ЖС древесных растений в г. Борисоглебск по функциональным зонам (2011–2019 гг.)

Гистограмма этого рисунка демонстрирует снижение значений показателей жизненности растений от пригородных (контроль) до промышленных территорий. Далее приведена характеристика значений этих показателей.

Минимальные средние арифметические значения ЖС выявлены у древесных растений в рекреационных зонах: $83,2 \pm 2,03$, $75,4 \pm 1,55$ и $68,3 \pm 1,28\%$. Эти значения означают следующее: в первом варианте – относительно здоровые особи виргинильного возраста, во втором и третьем вариантах – умеренно ослабленные древесные растения среднегенеративной и сенильной возрастных стадий.

Срединное положение на основе значений ЖС характерно древесным растениям, места произрастания которых приходятся на селитебные зоны. В условиях селитьбы у этих организмов установлен, в целом, умеренный уровень поврежденности. Виргинильные древесные растения имеют значение индекса ЖС, равное $74,8 \pm 1,21\%$, среднегенеративные и сенильные растения, соответственно, – $64,2 \pm 1,43$ и $57,7 \pm 1,64\%$.

Максимально ослабленными являются древесные растения, растущие в составе экосистем производственных зон города. У виргинильных растений индекс ЖС составил $66,1 \pm 1,48$, у среднегенеративных – $56,5 \pm 0,76\%$. В этих случаях идентифицирована умеренная степень повреждений древесных растений. Причем во втором случае, как следует из численного среднего арифметического значения, – практически нижняя граница этой эколого-диагностической категории.

В этих же функциональных зонах в сравнении со всеми остальными, как в Борисоглебске, так и в других населенных пунктах, установлен самый сильный уровень поврежденности древесных растений. Он характерен древесным растениям, занимающим экосистемы в производственных зонах и вошедших в старческий период онтогенеза. В среднем, индекс ЖС этой группы организмов в сенильной фазе развития, равен $44,3 \pm 0,58\%$. Это обстоятельство вызывает особую тревогу. Особенно ввиду того, что, с одной стороны г. Борисоглебск обладает максимальным хозяйственно-производственным потенциалом, в том числе ориентированным на внутренние потребности жителей одноименного муниципального района, с другой, в его пределах диагностированы достаточно низкие параметры жизненности древесных растений в среднегенеративном и сильном возрастных состояниях.

Зафиксированный общий расстроенный характер насаждений, недостаточный, несвоевременный, непостоянный, дискретный уход за ними и выявленные значимые показатели нарушенности древесных растений в их составе в городах Поворино и Борисоглебск, к сожалению, не способствуют реализации данными организмами заключенного в них биоэкологического потенциала. На основании полученных параметров жизненности древесных растений, в том числе находящихся в молодом и среднем генеративном периодах

индивидуального развития, можно констатировать следующее. Мягко говоря, невысокие (у виргинильных особей) и низкие (у сенильных и среднегенеративных особей) значения ЖС древесных растений лимитируют эколого-защитные и эколого-оптимизационные функции зеленых насаждений.

Во всех анализируемых урбоэкосистемах показатели состояния древесных растений всегда оказывались достоверно ниже аналогичных контрольных значений. По всем населенным пунктам района исследований установлен следующий общий тренд жизненности этих организмов, как представлено на рисунке 3.1 (приложение 3). На его гистограмме значения ЖС сгруппированы дифференцированно возрастным стадиям и экосистемам (в среднем) обследованных поселений.

Максимальными средними арифметическими значениями индекса ЖС обладают древесные растения, находящиеся в виргинильном возрастном состоянии, минимальными – представители этой группы организмов в сенильном (старческом) периоде онтогенеза. Среднегенеративные древесные растения по своим среднестатистическим показателям ЖС занимают промежуточное положение. Это характерно всем населенным пунктам, охваченным экологическими исследованиями.

Распределение среднеарифметических значений индекса ЖС древесных растений виргинильной возрастной группы: $86,0 \pm 2,31\%$ – в Новохоперске, $77,3 \pm 1,92\%$ – в Поворино, $81,8 \pm 2,24\%$ – в Грибановском, $74,7 \pm 1,73\%$ – в Борисоглебске. В г. Новохоперск и в п. г. т. Грибановский в среднем виргинильные древесные растения относятся к такой эколого-диагностической категории, как относительно здоровые. В городах Поворино, Борисоглебск средневзвешенные значения данного экологического параметра соответствует умеренному уровню поврежденности. Видно, что приближенные к верхней границе данной эколого-диагностической категории (до 79% [Шихова, Полякова, 2003]) средневзвешенные значения жизненности свидетельствуют об экологическом статусе виргинильных древесных растений, близком к относительно здоровому состоянию. Молодые растения, в частности, в виргинильной фазе развития, в меньшей мере подвержены воздействию урбанотехногенных факторов в Воронежском Прихоперье ввиду интенсивных ростовых и метаболических процессов. Тем не менее, прослеживаются отчетливые и статистически существенные различия в ЖС у древесных растений этой возрастной стадии по городам района исследований.

Среднегенеративные древесные растения характеризуются следующими средними арифметическими показателями ЖС. В Новохоперске этот эколого-диагностический показатель равен $78,3 \pm 1,65\%$, в Поворино – $71,1 \pm 1,27\%$, в Грибановском – $75,9 \pm 1,43\%$, в Борисоглебске – $65,4 \pm 1,01\%$. С точки зрения критериальной оценки, данные значения означают умеренную

поврежденность древесных растений в среднем по урбоэкосистемам обследованных населенных пунктов района исследований.

Соответственно, наибольшую тревогу в плане реализации древесными насаждениями функций по защите окружающей среды и ее экологической стабилизации вызывает сниженные показатели жизнестойкости у сенильных древесных растений. Дифференцированно по поселениям района исследований они распределены следующим образом: $73,9 \pm 2,48\%$ – в Новохоперске, $61,6 \pm 1,74\%$ – в Поворино, $65,4 \pm 1,99\%$ – в Грибановском и $56,8 \pm 1,53\%$ – в Борисоглебске. Все эти значения свидетельствуют об умеренном уровне поврежденности древесных растений в сенильной стадии онтогенеза.

В среднем, в экосистемах с крайне низкой антропогенно-техногенной нагрузкой индекс ЖС древесных растений равен $79,4\%$ (в Новохоперске), в экосистемах с низкой нагрузкой – $74,4$ (в Грибановском) и $70,0\%$ (в Поворино), в экосистемах с умеренной нагрузкой – $65,6\%$ (в Борисоглебске). Все полученные среднеарифметические значения анализируемого эколого-диагностического параметра в сравнении с контролем статистически значимы (при $p < 0,05$; $t > 3$).

Анализ полученных данных о ЖС растений позволил установить соответствующие ряды этих организмов и поселений Воронежского Прихоперья по снижению средневзвешенных значений диагностированных экологических показателей.

Ряд растений по снижению значений ЖС в условиях урбоэкосистем данного субрегиона: состояние древесных растений в зонах рекреации → состояние древесных растений в зонах сельтльбы → состояние древесных растений в производственных зонах.

Обобщенный ряд растений на основе полученных данных об их ЖС, в среднем, по поселениям района исследований: состояние древесных растений в г. Новохоперск → состояние древесных растений в п. г. т. Грибановский → состояние древесных растений в г. Поворино → состояние древесных растений в г. Борисоглебск.

Приведенные ряды экологического состояния древесных растений характеризуют результаты антропогенных воздействий на них в условиях урбоэкосистем Воронежского Прихоперья. Благодаря природным свойствам древесных растений, особенно представителей жизненной формы деревьев, являться эдификаторами многих типов фитоценозов, средоформирователями и средоэкооптимизаторами, по результатам выполненной экологической диагностики состояния можно также судить, в целом, о приспособленности зеленых насаждений к эколого-гигиеническим условиям урбанизированных территорий.

Ежегодные учеты древесных растений и обследования мест их произрастания в разных функциональных зонах населенных пунктов района исследований позволили установить, что наиболее распространенными в их озеленении являются растения *Fraxinus excelsior*, *Ulmus laevis*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*. Они обладают высокой эдификаторной ролью в

растительных сообществах, а также видоспецифическими особенностями их роста и развития, что позволяет формировать устойчивые насаждения даже в антропогенно-техногенно измененной среде. Они являются наиболее распространенными в озеленительных структурах городов и поселков района исследований и наиболее устойчивыми к негативному действию современной урбано-среды.

Также в ряде территорий района исследований произрастают древесные растения следующих видов (приложение 1, таблица 1.12): *Fraxinus pennsylvanica*, *Acer negundo*, *U. pumila*, *P. balsamifera*, *Malus domestica*, *Cerasus vulgaris*, *C. avium*, *C. tomentosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Ligustrum vulgare*, *Berberis vulgaris*, *Symphoricarpos albus*, *Alnus incana*, *Elaeagnus angustifolia*, *Caragana arborescens*, *Cornus alba*, *Prunus domestica*, *P. cerasifera*, *Cotoneaster lucidus*, *Sorbus intermedia*, *Hippophae rhamnoides*, *Aronia mitschurinii*, *Lonicera caprifolium*, *Mahonia aquifolium*, *Amorpha fruticosa*, *Ribes aureum*, *R. rubrum*, *Rosa rugosa*. В среднем значения их жизненности в разных типах посадок и в среднем по функциональным зонам населенных пунктов Воронежского Прихоперья составляют от 63 до 77%.

Ввиду их инвазионных способностей переселяться и внедряться в природные растительные сообщества, их детально не рассматриваем. Это связано с тем, что средние значения ЖС их уже учтены в итоговых показателях этого экологического параметра (рисунок 3.1, таблица 3.2 приложения 3), так как решалась задача совокупного определения жизненности древесных растений в составе насаждений поселений района исследований.

Поэтому далее приведены результаты анализа мониторинга их ЖС в урбоэкосистемах разных поселений в сравнении с контрольными данными. Для каждого из этих видов установлены средние арифметические значения, характерные для относительно сохранившихся (контрольных) и городских экосистем.

Анализ ЖС древесных растений указанных видов показал, что в г. Новохоперске 69% исследуемых древесных растений не имеют повреждений и относятся к категории «здоровые растения», в п. г. т. Грибановский – 50, в г. Поворино – 46 и в г. Борисоглебске – 24%, соответственно. Меньшие значения ЖС в г. Поворино и в г. Борисоглебске связаны с рядом неблагоприятных антропогенно-техногенных факторов, таких как хозяйственная нагрузка, уличная пыль и выбросы автотранспорта. Данные города, соответственно, характеризуются наибольшим уровнем антропогенной нагрузки, что следует из анализа результатов ее изучения и из интерпретации показателей жизненности растений.

Средние арифметические значения ЖС древесных растений в населенных пунктах района исследования изменяются в зависимости от произрастания видов в определенных функциональных зонах с соответствующими уровнями антропогенно-техногенных воздействий на окружающую среду. В таблице 3.3 (приложение 3) содержатся статистически обработанные

результаты параметров жизненности растений в городских условиях и значений данного экологического показателя в условиях естественных пригородных (контрольных) экосистем Воронежского Прихоперья. Эти данные отражают экологическое состояние древесных растений в среднегенеративной стадии развития.

Данные таблицы 3.3 (приложение 3) показывают, что для каждого вида имеются различия средних арифметических значений показателей ЖС с контролем. В г. Новохоперске (крайне низкий уровень антропогенного пресса на окружающую среду) средние значения этого эколого-диагностического параметра варьируют для *F. excelsior* от $91,6 \pm 3,01$ в составе урбанизированных экосистем до $95,5 \pm 3,77\%$ в сохранившихся загородных экологических системах, то есть в контроле; для *U. laevis* от $-89,7 \pm 3,22$ (урбоэкосистемы) до $93,6 \pm 4,48\%$ (контроль); для *T. cordata* от $-84,6 \pm 2,81$ (урбоэкосистемы) до $88,5 \pm 3,63\%$ (контроль); для *A. platanoides* от $-78,5 \pm 2,32$ в условиях урбоэкосистем до $84,3 \pm 3,81\%$ в контроле. Данные показатели свидетельствуют, в общем, о высоком уровне ЖС исследуемых видов.

В г. Борисоглебске с умеренным давлением на окружающую среду средние значения варьируют для *F. excelsior* от $78,1 \pm 1,62$ в урбанизированных экосистемах до $85,4 \pm 2,75\%$ в контрольных условиях; для *U. laevis* – от $73,9 \pm 1,35$ (урбоэкосистемы) до $82,4 \pm 2,71\%$ (контроль); для *T. cordata* – от $69,1 \pm 1,64$ (урбоэкосистемы) до $77,3 \pm 2,26\%$ (контроль); для *A. platanoides* – от $56,7 \pm 0,95$ в составе городских экосистем и до $65,5 \pm 1,63\%$ в естественных (сохранившихся) экосистемах. Средние арифметические значения ЖС в загородных (контрольных) условиях, то есть в относительно сохранившихся экологических системах, для Борисоглебска значительно превышают анализируемые параметры древесных растений в экосистемах внутри города. Это также свидетельствует о повышенной в сравнении с другими городами района исследований антропогенной нагрузке этого города.

Также надо добавить: в среднем по поселениям района исследований, древесные растения этих видов в виргинильной и сенильной фазах онтогенеза характеризуются индексами ЖС в пределах 71–78 и 52–60%. Как установил анализ, из распространенных видов древесных растений в озеленении населенных пунктов Воронежского Прихоперья максимальными средними арифметическими параметрами жизненности обладают *F. excelsior*, *U. laevis*. Обладание ими относительной устойчивостью к пагубному влиянию факторов городской среды обуславливает значения ЖС.

Среднеарифметические показатели жизненности наиболее распространенных древесных растений в поселке городского типа Грибановский и в городе Поворино занимают, соответственно, промежуточные положения. Как описано и зафиксировано выше, эти поселения обладают низким уровнем антропогенной нагрузки. При этом, как следует из данных на рисунке 3.1, в таблицах 3.2, 3.3 (приложение 3), параметры ЖС древесных растений

в Поворино численно приближаются к значениям ЖС этих организмов в Борисоглебске с умеренным уровнем антропогенно-техногенных воздействий на окружающую среду.

Сравнительный анализ результатов мониторинга состояния древесных растений выявил: большинство обследованных растений имеют средневзвешенные значения индекса ЖС, которые свидетельствуют об их ослаблении и в меньшей мере об относительно здоровом состоянии. Среди урбанизированных районов исследования можно выделить города Новохоперск и Борисоглебск. Первый среди них занимает «лидирующее» положение (по средним арифметическим показателям ослабления древесных растений) с индексом ЖС этой группы растений не ниже 86,1%, что обусловлено выгодным расположением города вблизи Хоперского природного заповедника (является ядром природно-экологического каркаса в Новохоперском районе, стабилизирующим совокупную сельскохозяйственную, транспортную и урбанотехногенную нагрузку) и низкой антропогенной нагрузкой. В г. Борисоглебск индекс ЖС древесных растений понижается до 69,5%, что говорит о значительном повреждении и усыхании деревьев в результате влияния вредного действия факторов окружающей среды. В среднем, для урбоэкосистем этого города характерен ослабленный уровень экологического состояния древесных растений. Очевиден разброс в значениях жизненности между растениями одного вида (и возраста) в разных населенных пунктах. Например, из обследованных видов древесных растений *Acer platanoides* обладает, как наименьшим показателем ЖС ($56,7 \pm 0,95\%$, ослабленное состояние) в Борисоглебске, так и слабым (незначительным) уровнем ослабления, но существенно приближенном к относительно здоровому состоянию – $78,5 \pm 2,32\%$ в Новохоперске.

Средние арифметические значения, полученные в ходе эксперимента, заслуживают доверия, так как критерий достоверности (t) значительно превышает соответствующее табличное значение. Вычисленные же значения t в реализованных исследованиях для разных видов равны от 27,9 до 59,7 (в урбоэкосистемах) и от 20,9 до 40,2 (в контрольных условиях загородных территорий). Величина вычисленного показателя точности опыта (p) составляют для разных видов от 1,7 до 3,6% в урбоэкосистемах и от 1,7 до 3,6% в контроле, что, соответственно, меньше пяти процентов. Результаты мониторинга ЖС древесных растений получены в 95%-ном статистическом диапазоне и заслуживают доверия вследствие высокой значимости их средних арифметических величин при значениях критерия Стьюдента (t) выше 3-х и значений показателя точности (p) опыта ниже пяти процентов.

Гистограмма на рисунке 3.2 (приложение 3) включает в себе обобщение результатов реализованных исследований в этой части работы. Из этого изображения следует: значения средневзвешенных баллов ЖС древесных растений в районе исследования варьируют от 1,21 до 2,15 баллов. В г. Новохоперск и п. г. т. Грибановский объекты исследований относятся к

категории здоровых растений: 1,21 и 1,47 баллов, соответственно. В гг. Поворино и Борисоглебск древесные растения являются ослабленными: 1,77 и 2,15 баллов. Экосистемы Новохоперска занимают первое место среди урбанизированных районов исследования по наибольшему среднему значению показателя ЖС древесных растений. Далее следуют экосистемы Грибановского и Поворино. Соответственно, «замыкают» этот ряд экосистемы Борисоглебска.

По данным анализа всего комплекса материалов исследований и наблюдений установлен рейтинг (ряд) по возрастанию жизненности, в целом, наиболее распространенных представителей древесных растений в соответствии с особенностями их адаптаций и реакций к местным почвенно-климатическим, экологическим и градопланировочным условиям: *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*. Как следует из результатов исследований, наименьшими значениями жизнеспособности и биоэкологического потенциала обладают ели *P. abies*, *P. obovata*, а также *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, наибольшими – последние в этом списке растения, начиная с туи *Th. occidentalis*. Надо отметить, в составленном рейтинге древесных растений *U. pumila*, *P. balsamifera* и особенно *F. pennsylvanica*, *A. negundo* обладают инвазионными свойствами, как указано в пункте 4.2 диссертации.

Выявленные и описанные в начале этого подраздела значения антропогенной нагрузки действительно угнетающе влияют на состояние древесных растений. Это подтвердили обследования на местности, данные экологического мониторинга мест произрастания растений и результаты корреляционного анализа.

Корреляционный анализ позволил выявить силу связи среднеарифметических значений индекса ЖС древесных растений (в совокупности) с показателями антропогенной нагрузки (в средневзвешенных баллах) в каждом из населенных пунктов и в функциональных зонах, составляющих их территориально-хозяйственную основу, в районе исследований. Во всех случаях выявлена положительная корреляционная зависимость между данными параметрами. Она варьирует от среднего до высокого значения дифференцированно населенным пунктам и их функциональным зонам. В п. г. т. Грибановский, где выявлен низкий уровень антропогенно-техногенной нагрузки на окружающую среду, коэффициент корреляции между показателями жизненного состояния древесных растений и баллами этой нагрузки

составил +0,75, в г. Поворино (низкая степень антропогенно-техногенного прессинга на окружающую среду) – $r = +0,82$, в г. Новохоперск (крайне низкая степень антропогенно-техногенного прессинга) – $r = +0,63$ и в г. Борисоглебск со средним уровнем антропогенно-техногенной нагрузки – $r = +0,91$. Эти числовые значения коэффициента корреляции отражают связь параметров экологической обстановки с состоянием растений в целом по поселениям Воронежского Прихоперья.

Также выполненный корреляционный анализ позволил определить и дифференцировать силу взаимосвязи между показателями антропогенно-техногенных воздействий и ЖС древесных растений, произрастающих в разных функциональных зонах. Высокая (сильная) положительная корреляция характерна сравниваемым эколого-диагностическим параметрам в производственных зонах городов Борисоглебск ($r = +0,96$), Поворино ($r = +0,87$) и поселка городского типа Грибановский ($r = +0,72$), а также в селитебных зонах Борисоглебска ($r = +0,78$). Умеренный (средний) уровень корреляционной зависимости характерен соответствующим экологическим параметрам, выявленным в пределах экосистем зон селитьбы в Поворино ($r = +0,61$) и производственных территорий Грибановского ($r = +0,69$), Новохоперска ($r = +0,55$). Кроме этого, умеренная корреляция выявлена для рекреационных объектов в Борисоглебске, где $r = +0,36$, и в селитебных территориях Грибановского ($r = +0,44$) и Новохоперска ($r = +0,35$). Слабая (низкая) корреляционная связь установлена между показателями антропогенно-техногенной нагрузки и ЖС древесных растений в составе экосистем зон рекреации большинства поселений района исследований: $r = +0,29$ – в Поворино, $r = +0,23$ – в Грибановском, $r = +0,17$ – в Новохоперске.

Таким образом, с повышением общего уровня антропогенно-техногенного давления на окружающую среду, соответственно, снижается ЖС древесных растений. То есть возрастание совокупной антропогенной нагрузки лимитирует жизненность представителей данной группы организмов в урбанизированной среде Воронежского Прихоперья. Вычисленные коэффициенты корреляции это подтверждают. В данном случае ЖС древесных растений ввиду их определяющей экосистемной роли, эдификаторной, средообразующей и средоформирующей функции в условиях урбанизированных территорий является по существу индикаторным показателем экологического состояния и стабильности урбоэкосистем в районе исследований.

Параметры жизненности, как указывают многие современные отечественные исследователи [Николаевский, 1999; Кулагин, 2006; Колмогорова, 2005; Алексеев и др., 2007; Сперанская, 2007; Бухарина, 2008; Мингалева, 2012; Логвинов и др., 2016] и ученые на сопредельных территориях [Витченко, Крылович, 2013; Ivanchenko, Bessonova, 2016; Gorelov, Gorelov, 2017] являются комплексными эколого-диагностическими критериями, отражающими особенности жизнеспособности, биологической продуктивности и экологической устойчивости

древесных растений в структурно-функционально, хозяйственно и экологически различных территориях. В частности, современные балканские ученые свидетельствуют о следующем: значения жизненности и декоративности древесных растений в совокупности обуславливают соответствующие параметры их толерантности к урбанизированной среде [Zeqir, 2005; Kostić et al., 2019], что актуально с учетом современных экологически проблемных ситуаций в городских поселениях, в том числе в районе исследований.

Существенное значение для дальнейшего развития теоретических положений о закономерностях приспособленности организмов к урбанотехногенной среде Воронежского Прихоперья имеют результаты выполненных экологических исследований. Ориентируясь на установленные и проанализированные биоэкологические параметры представителей древесных насаждений, полученные результаты могут быть использованы в градостроительной практике и в деле биологического благоустройства городских территорий. Результаты определения и анализа показателей жизненного состояния древесных растений из состава урбоэкосистем Воронежского Прихоперья свидетельствуют о том, что требуется особый, дифференцированный подход в масштабной и остро необходимой работе по обеспечению экологической безопасности, улучшению качества окружающей среды и действенному биологическому благоустройству урбанизированных территорий.

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

Экологическая устойчивость растений в городах и селах определяется совокупностью средовых факторов. Большое значение для роста и развития, а также для планировочной и экологической функциональности древесных растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья представляют лимитирующие экологические условия. По отношению к ним установлены соответствующие параметры экологического состояния и выделены экологические группы растительных организмов с характеристиками их адаптивных возможностей.

Разработанный методический подход для комплексного анализа экологической устойчивости древесных растений предоставил возможность в наиболее полной мере оценить состояние, биоэкологический потенциал и экологический функционал древесных насаждений, являющихся основой зеленых зон городов и поселков в районе исследований. Данный подход в экологической характеристике позволяет выявить и проанализировать тренд состояния и экологической устойчивости зеленых насаждений во времени и в пространстве.

В таблицах 4.1–4.4 (приложение 4) сведены средневзвешенные значения экологической устойчивости древесных растений из состава урбоэкосистем района исследований в баллах. В

выполненном комплексном анализе учтены параметры устойчивости наиболее распространенных видов в урбоэкосистемах района исследований, образующих основной фон видового состава зеленых насаждений в поселениях района исследований. В данном случае в качестве контрольных районов в анализ включены пригородные сохранившиеся (природные) растительные сообщества для учета экологических показателей видов-аборигенов и рекреационные объекты с искусственными насаждениями, включающими виды-интродуценты. Соответственно, учет и анализ экологических показателей древесных интродуцентов в контрольных территориях реализован в условиях насаждений. На данных территориях, включенных в анализ в роли контрольных, практически отсутствует антропогенно-техногенная нагрузка.

Как видно из таблиц 4.1–4.4 приложения 4, полученные значения эколого-диагностических критериев демонстрируют определенные различия по городам и их основным функционально-планировочным зонам. Был выбран 21 вид древесных растений, встречающихся в озеленении всех функциональных зон урбанизированных территорий Воронежского Прихоперья.

При этом, как отмечалось ранее, наиболее часто в озеленении в пределах всех основных функциональных зон использованы *Fraxinus excelsior*, *Ulmus laevis*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, являющиеся местными видами. Доля их особей в древостоях района исследований в среднем достигает 67%. Эти растения составляют основу вертикальной структуры (древесных и кустарниковых ярусов) образованных ими сообществ. Результаты комплексного анализа экологической устойчивости древесных растений в экосистемах района исследований отражены в иллюстративном виде (рисунок 34).

Например, среднеарифметическое значение комплексного показателя экологической устойчивости *F. excelsior* в рекреационных зонах г. Новохоперск получено следующим образом, согласно методике его определения и интерпретации. Сохранение ЖФ оценено на уровне 10,0 баллов (ЖФ сохраняется у генеративных и сенильных деревьев в сравнении с деревьями этого вида аналогичных возрастов в естественных сообществах). Требовательность к элементам питания почв соответствует 6,8 баллам, т.е. вид в средней степени адаптирован к дефициту питательных веществ, является мезотрофом, близким к нижней границе олиготрофов. По отношению к освещенности является факультативным гелиофитом, так как средние арифметические значения баллов равны 9,9 баллов (очень хорошая приспособленность к открытым городским территориям и одновременно к затенению от зданий, сооружений, других деревьев). К условиям увлажненности адаптирован в средней степени (близкой к высокой), в среднем, – на уровне 7,8 баллов, являясь ксеромезофитом. К условиям тепла приспособленность определена на среднем уровне, составляющим 5,9 баллов (сравнительно теплолюбивый). Толерантность к низким температурам и другим негативным явлениям зимой и ранней весной равна 8,7 баллам (в данном случае среднее для рекреационных зон полученное значение – 18,1 балл – по методике определения морозоустойчивости переведено в

диагностические баллы в соответствии с разработанной системой комплексной диагностики устойчивости растений для данной части работы, т.е. является морозоустойчивым (II степень). Результат морозоустойчивости показывает: растения этого вида подвержены обмерзанию слабо. Толерантность к перегреву и засухе в рекреационных зонах города выявлена в пределах 13,5 баллов, что соответствует III (умеренной) степени засухоустойчивости; по диагностической шкале экоустойчивости это значение соответствует 6,9 баллам. Декоративность высокая – 10,0 баллов (значение также переведено в рамках шкалы комплексного экоанализа из результатов определения декоративности в районе исследований). Устойчивость к биологическим и механическим повреждениям равна 9,8 баллам, что означает незначительную степень повреждений в рекреационных объектах города (значение переведено из результата оценки санитарных показателей). ЖС оценивается 9,8 баллами (относительно здоровые особи). Это значение получено по аналогии с предыдущими параметрами из результатов мониторинга. Полученная сумма баллов – 85,6 – свидетельствует о высокой устойчивости *F. excelsior* к зонам рекреации города. По такому же принципу получены значения экологических параметров в остальных территориях, а также вычислены и проанализированы экологические параметры по другим видам в соответствующих территориях района исследований.

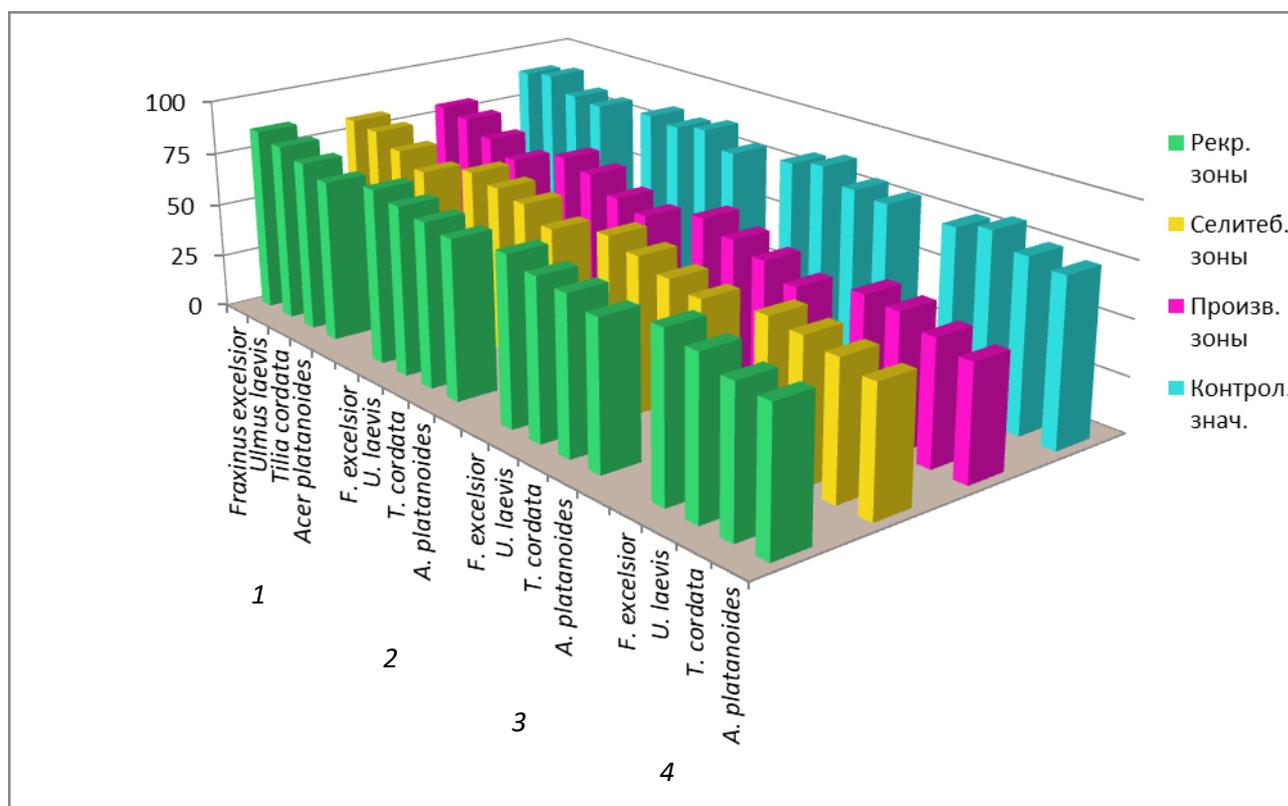


Рисунок 34 – Средневзвешенные значения комплексных показателей экологической устойчивости наиболее распространенных древесных растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья, баллы (2011–2019 гг.): 1 – г. Новохоперск, 2 – п. г. т. Грибановский, 3 – г. Поворино, 4 – г. Борисоглебск

Гистограмма на этом рисунке демонстрирует: средние арифметические значения баллов экологической устойчивости древесных растений изменяются дифференцированно населенным пунктам, их функциональным зонам и видам растений. При этом максимальные баллы характерны древесным растениям, произрастающим в условиях пригородных экологических систем, то есть в контрольных условиях. Минимальные баллы отмечены в производственных зонах поселений района исследований. В урбаносреде максимальными баллами устойчивости отличаются древесные растения, произрастающие в составе экосистем рекреационных зон. По данным выполненных наблюдений, исследований и по итогам последующего комплексного экологического анализа за рекреационными зонами по нисходящей «следуют» зоны селитьбы, о чем свидетельствуют эколого-диагностические баллы (приложение 4, таблицы 4.1–4.4). Все средневзвешенные баллы экологической устойчивости, присущие растениям урбоэкосистем во всех функциональных зонах района исследований, оказались ниже соответствующих контрольных значений.

Согласно результатам комплексного экологического анализа, наибольшие значения диагностических баллов определены для *F. excelsior*, далее они снижаются у *U. laevis* и *T. cordata*. Наименьшие значения баллов устойчивости у *A. platanoides*. Особи *F. excelsior* и *U. laevis* обладают высокой экологической устойчивостью во всех функциональных зонах поселений с низкой антропогенной нагрузкой – в Новохоперске и Грибановском. *U. laevis* проявляет высокую устойчивость лишь на рекреационных территориях города Новохоперск. Деревья этого вида обладают средним уровнем экоустойчивости в остальных функциональных зонах. Деревья *A. platanoides* характеризуются умеренной (средней) устойчивостью во всех функциональных зонах Новохоперска. В других населенных пунктах Воронежского Прихоперья особи всех этих четырех видов обладают также средним уровнем экологической устойчивости. При этом в городах с более высоким уровнем антропогенно-техногенной нагрузки, определенной на среднем уровне (эти данные отражены в пункте 5.5), – Поворино и Борисоглебске – отмечено критическое снижение значений устойчивости деревьев *A. platanoides* в производственных зонах (54,9 баллов в первом указанном поселении, 51,5 баллов – во втором). В Борисоглебске аналогичная тенденция характерна растениям *T. cordata*: в производственных зонах баллы экоустойчивости снижены до 55,7. У *A. platanoides* также практически минимальные значения устойчивости определены на территориях селитьбы этого населенного пункта – 56,7 баллов.

Остальные растения из перечня двадцати одного вида (приложение 4, таблицы 4.1–4.4) встречаются в районе исследований реже (кроме *Malus sylvestris*, *Populus pyramidalis*, *P. nigra*, *Tilia platyphyllos*, *Prunus spinosa*, встречающихся в насаждениях относительно часто). Тем не менее, они представлены во всех основных типах урбанизированных функциональных зон. В

совокупности (совместно с наиболее распространенными видами) их доля в древесных насаждениях района исследований составляет 74%.

На рисунке 35 графически отражены значения эколого-диагностических баллов по данным комплексного анализа устойчивости древесных растений в районе исследований.

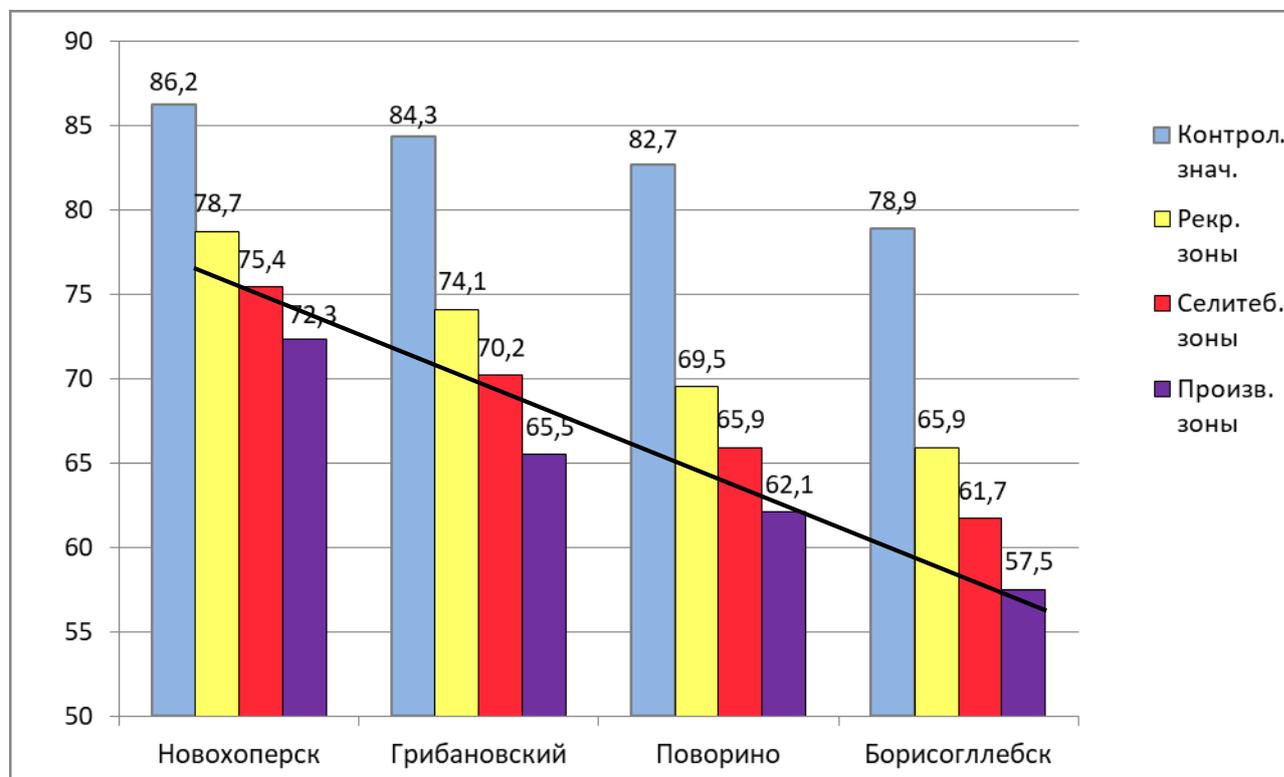


Рисунок 35 – Средневзвешенные значения экологической устойчивости древесных растений Воронежского Прихоперья, баллы (2011–2019 гг.):
 — общий тренд экологической устойчивости растений

Данный рисунок отражает различия в обобщенных экспериментальных и аналитических данных. Максимальные величины среднеарифметических значений экологической устойчивости древесных растений характерны городу Новохоперск, минимальные – городу Борисоглебск. Средние арифметические баллы экоустойчивости древесных растений в поселке городского типа Грибановский и в городе Поворино демонстрируют промежуточное положение ее значений между двумя выше указанными поселениями. Выявленные баллы экологической устойчивости наиболее распространенных в древесных насаждениях видов – *Fraxinus excelsior*, *Ulmus laevis*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides* – также соответствуют этому тренду.

Представленное изображение показывает, таким образом, тренд в сторону снижения устойчивости древесных растений в составе урбоэкосистем района исследований от экологически благополучного урбанизированного района (г. Новохоперск) до урбанизированных районов с повышенными уровнями антропогенной нагрузки (в

сравнении с остальными двумя поселениями района исследований) – гг. Поворино и Борисоглебск. Как раз, это и обозначает наклонная толстая линия. Как было уже отмечено в пунктах 2.1 и 5.5, в этих городах в большей степени развит совокупный производственно-хозяйственный и транспортный комплексы, охватывающие многие районы. Прежде всего, это относится к производственным зонам, а также к селитебным территориям.

Большинство проанализированных древесных растений, являющихся аборигенными видами, определенно адаптированы к условиям урбанизированной среды района исследований. Например, особи *Malus sylvestris* характеризуются в среднем 77,5 и 67,1 баллами экологической устойчивости, соответственно, в наиболее (Новохоперск) и наименее экологически благополучном (Борисоглебск) городах. Это средний уровень экоустойчивости. В контроле устойчивость растений данного вида является высокой: 91,9 (Новохоперск) и 81,9 (Борисоглебск) баллов. В природе данный вид произрастает в составе лесных, луговых сообществ, кустарниковых зарослей в степных экосистемах. Другой пример: *Cotinus coggygia* является типичным обитателем природных степных и лесных экосистем, эдификатор зарослей кустарников и кустарникового яруса на сухих, хорошо прогреваемых солнцем местах в лесных массивах района исследований. Максимальные средневзвешенные баллы экологической устойчивости соответствуют растениям этого вида, произрастающим в пригородных районах (контроль): 88,3 (Новохоперск) и 78,7 (Борисоглебск) баллов. Минимальные баллы устойчивости растений *C. coggygia* – в производственных зонах поселений района исследований. Остальные виды – представители местной флоры – также обладают средней и высокой экологической устойчивостью. Низкая устойчивость выявлена у лишь *Salix caprea* (48,3 баллов), *C. avellana* (48,2 баллов) и у *Betula pendula* (46,5 баллов) в производственных зонах города Борисоглебск. Виды-интродуценты *Populus pyramidalis*, *A. saccharinum*, *T. platyphyllos* также достаточно адаптированы к условиям урбозкосистем Воронежского Прихоперья.

Средние арифметические данные комплексного анализа по всем урбанизированным районам позволили выделить две группы растений. Древесные растения с высокой экологической устойчивостью: *Spiraea crenata* (78,8 эколого-оценочных баллов), *C. coggygia* (78,6 баллов), *Prunus spinosa* (75,4 балла), *F. excelsior* (75,3 балла). Они получили наибольшее количество эколого-диагностических баллов. Они также показали высокую и среднюю толерантность к средовым условиям района исследований. Растения остальных видов, в среднем, обладают умеренной (средним уровнем) устойчивостью к почвенно-климатическим и антропогенным условиям урбанизированных территорий района исследований. При этом в рамках данной эколого-диагностической категории можно выделить виды с наибольшими и наименьшими баллами. К первой группе относятся *Acer saccharinum* (73,3), *T. platyphyllos*

(73,1), *U. laevis* (72,3), *M. 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) и *B. pendula* (62,4 балла). Во вторую группу среднеустойчивых растений входят *A. campestre* (60,9), *Populus pyramidalis* (60,0), *S. caprea* (59,5), *C. avellana* (58,7 баллов).

Соответственно, представители 21 вида растений характеризуются высокой и средней приспособленностью к условиям произрастания в урбаносреде района исследований. Данные растения, обладающие необходимым биоэкологическим потенциалом, полезно широко использовать в зеленом строительстве городов и поселков Воронежского Прихоперья.

В целом, можно констатировать, древесные растения г. Новохоперск характеризуются наиболее высокими (по сравнению с другими населенными пунктами района исследований) среднеарифметическими баллами экологической устойчивости. Средние значения комплексной экологической диагностики древесных растений в объектах рекреации составили 78,7, в условиях селитьбы – 75,4 баллов, в производственных зонах – 72,3, в условиях контроля – 86,2 балла. Экологическая устойчивость древесных растений, соответственно, дифференцируется на высокую (рекреационные территории), среднюю (селитебные территории; практически верхняя граница данной диагностической категории) и снова высокую (контроль) степени. В границах города средние арифметические значения баллов (75,5 баллов) свидетельствуют о высокой устойчивости древесных растений в насаждениях.

Средние значения экологической устойчивости в п. г. т. Грибановский имеют древесные растения: в рекреационных зонах – 74,1 балл, в селитебных – 70,2, в производственных – 65,5, а в условиях контроля – 84,3 балла. В этом населенном пункте средние арифметические баллы экологической устойчивости (69,9) показывают ее средний (умеренный) уровень у древесных растений. В пригородных экосистемах (контроль) устойчивость этих организмов установлена на высоком уровне.

Средневзвешенные значения комплексной диагностики экологической устойчивости древесных растений в г. Поворино выявлены в пределах следующих значений: в рекреационных зонах – 69,5 баллов, в селитебных районах – 65,9, в условиях производственных территорий – 62,1 и в контроле, соответственно, – 82,7 баллов. Здесь во всех основных типах городских функциональных зон установлены средние показатели устойчивости данной группы организмов. Средние арифметические баллы устойчивости анализируемой группы организмов оказались равными 65,8 (средний уровень устойчивости растений). В контрольных условиях древесные растения в среднем обладают высокой экологической устойчивостью к средовым условиям.

В Борисоглебске средние значения экологической устойчивости анализируемой группы растений в зонах рекреации оказались на уровне 65,9 баллов, в селитебных – 61,7, в

производственных зонах – 57,5, в контроле – 78,9 эколого-диагностических баллов. Древесные растения в составе экосистем данного города характеризуются средней степенью экологической устойчивости. Это выявлено для всех функциональных зон. Средневзвешенное значение данного комплексного экологического показателя – 61,7 баллов – также показывает средний уровень устойчивости растений. В условиях пригородных экосистем древесные растения обладают высокой устойчивостью.

Установленные и зафиксированные в таблицах 4.1–4.4 приложения 4 и на рисунке 5.6.2 средние значения экологической устойчивости данных растений позволяют сделать однозначный вывод: древесные растения в г. Новохоперск и п. г. т. Грибановский характеризуются наибольшей устойчивостью к экологическим факторам урбанизированной среды; данные урбанизированные районы, соответственно, являются экологически благополучными. Города Борисоглебск и Поворино являются районами с максимальным уровнем антропогенной нагрузки среди исследованных урбанизированных районов, о чем наглядно свидетельствуют результаты в разделе 5.5, установленные и проанализированные баллы экологической устойчивости древесных растений на основе всего объема наблюдений и исследований. Главным образом, это относится к селитебным и производственным территориям данных урбосистем.

В целом, древесные растения, произрастающие в составе экосистем в пределах зон рекреации демонстрируют максимальные адаптационные способности к лимитирующим абиотическим, биотическим и антропогенным факторам, максимальные параметры декоративности и в итоге более высокие значения жизненности и экологической устойчивости. Противоположностью выступают в данном контексте производственные зоны поселений района исследований. Древесные растения, произрастающие в составе экосистем данных территорий, характеризуются минимальными показателями биоэкологического потенциала, что способствует снижению декоративности и экологической устойчивости. Тем не менее, комплексный анализ параметров, составляющих и определяющих устойчивость древесных растений в урбоэкосистемах района исследований, выявил относительную приспособленность этих организмов к произрастанию в данных условиях, причем даже в производственных зонах. В среднем, несмотря на минимальные диагностированные значения, в производственных зонах значения экологической устойчивости соответствуют средней степени.

Параметры экологической устойчивости древесных растений в экосистемах зон селитьбы располагаются в промежуточном интервале между соответствующими значениями в зонах рекреации и производств. Надо отметить, что и в условиях рекреационных объектов, где наблюдается максимальный уровень ухода за насаждениями, древесные растения испытывают определенный антропогенный прессинг (результаты его определения в разделе 5.5). В их

пределах древесные растения обладают меньшей устойчивостью в сравнении с контрольными данными. Таким образом, сниженные значения экоустойчивости древесных растений по сравнению с контрольными показателями характерны всем структурно-функциональным категориям урбанизированных территорий Воронежского Прихоперья, охваченных экологическими исследованиями.

Показатели средневзвешенных баллов экологической устойчивости анализируемой группы растительных организмов в пределах их высоких значений обуславливают первостепенное значение в обеспечении защиты окружающей урбанизированные территории среды в районе исследований. Установленный высокий уровень устойчивости древесных растений – основных образователей и средооптимизаторов пригородных природных и природно-хозяйственных экосистем – свидетельствует об их высоком (совокупном) адаптивном, биоценотическом и хозяйственном потенциале.

В населенных пунктах Воронежского Прихоперья хозяйственная значимость древесных растений раскрывается посредством формирования и проявления ими биоэкологического потенциала, в том числе декоративности и толерантности к лимитирующим абиотическим, биотическим и антропогенным факторам среды произрастания. Комплексный анализ экологической устойчивости показывает, насколько реализуются природные приспособительные возможности древесных растений в районе исследований, с другой, – каким образом сказываются на ее значениях специфика структурно-функциональной организации урбанизированных территорий, особенности городского природопользования и параметры экологической обстановки в них. Также, что очень важно, комплексный экоанализ устойчивости древесных растений в Воронежском Прихоперье установил: адаптационные возможности данных организмов определяют их способности в развитии определенного габитуса, в проявлении соответствующего состояния и параметров декоративности в зависимости от видовых особенностей самих растений и от соответствующих экологических условий мест произрастаний.

На основе литературных данных [Бабич и др., 2008; Бухарина, 2008; Федерова, Михеева, 2008; Лисова, 2009; Завидовская, 2010_а; Баранова и др., 2012; Григорьевская, Лисова, 2012; Залывская, Бабич, 2012; Боговая, Теодоронский, 2014; Мелькумов, 2014; Герасимова, 2016; Бебия и др., 2018] и материалов собственных исследований, можно констатировать: многие представители из состава древесных растений (*Fraxinus excelsior*, *Ulmus laevis*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Betula pendula*, *Cotinus coggygia*, *Corylus avellana*, *Frangula alnus*, представители родов *Populus*, *Salix* и др.) Воронежского Прихоперья обладают средообразующими, средорегулирующими и эколого-оптимизирующими свойствами в условиях урбанизированной среды. Поэтому в настоящее время целесообразно иметь наиболее

полное представление о составе и показателях экологической устойчивости древесных растений в районе исследований. Это необходимо, прежде всего, в научно-теоретическом смысле для расширения представлений об адапционном потенциале растений в пределах лесостепной и степной зон средней полосы России, а также для дальнейшего развития теории и методологии мониторинга экологического состояния и устойчивости растений в условиях искусственных и природно-антропогенных экосистем. Установленные средневзвешенные баллы экологической устойчивости растений демонстрируют соответствующие характеристики их состояния и адапционных возможностей на 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 урбоэкосистемах, 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 жизнестойкости 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

Как было указано выше (пункт 2.3), экологическая обстановка в городах и поселках Воронежского Прихоперья имеет устойчивую тенденцию к ухудшению, следует предпринять действенные меры по улучшению ее. Большое значение в деле обеспечения экологической безопасности в урбосистемах данного субрегиона принадлежит представителям древесных растений. Для этого полезно использовать материалы и результаты выполненных исследований.

Посадки древесных растений вдоль автодорог, инженерно-коммуникационных магистралей, пешеходных путей, по периметру санитарно-защитных зон, к сожалению, не образуют сплошной системы линейных древесных насаждений из-за нарушения и уничтожения газонов, вырубки (в лучшем случае) деревьев маргинального вида (с расстроеными кронами, поврежденными стволами и скелетными ветвями и т.п.), повреждения надземных и подземных частей древесных растений строительной и коммунально-хозяйственной техникой, прерывистости самих осевых градопланировочных структур, а также из-за удаления экземпляров, создающих помехи электрическим и коммунальным сетям. Это в совокупности существенно снижает структурно-функциональную, биоценотическую и эколого-охранную функциональность древесных насаждений. Площадные насаждения разных целевых категорий, представленные сильно дискретными, фрагментарными посадками деревьев и кустарников во внутриквартальных территориях, зонах рекреации, зонах санитарной охраны, на прилегающих к общественно-деловым и социальным учреждениям, в частных садах, дачных поселках нуждаются в реконструкции и обновлении состава древесных растений, расширении площадей. Тем более, в материалах территориального планирования указывается о необходимости развития экологической инфраструктуры поселений в районе исследований. К тому же, многие экземпляры деревьев в разных функциональных зонах находятся в сенильном возрастном состоянии. Поэтому объективно утверждать, что требуется, как замена отдельных экземпляров древесных растений, так и создание новых, сплошных посадок в виде аллей, групп, живых изгородей, куртин, роц, садов из деревьев и кустарников, бордюрных изгородей и почвопокровных насаждений из кустарников. Это необходимо во всех функциональных зонах Воронежского Прихоперья.

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.

Также данный подход полезно внедрить в градопланировочную работу по проектированию и конструированию культурных экосистем с соответствующим составом, структурой и экологическими характеристиками фитоценозов на основе древесных насаждений. Большое значение результаты разработанного методического подхода комплексного анализа древесных растений представляют в проектах реконструкции имеющихся городских и пригородных сообществ в Воронежском Прихоперье для повышения ресурсной значимости и устойчивости древесных растений – основных организмов-инженеров фитоценозов в составе таких экосистем. Комплексный экологический анализ используемых в озеленении древесных растений, как раз, позволяет контролировать реализацию их биоэкологического потенциала, что является инструментом управления растительных сообществ – структурной основы городских и пригородных экосистем. При необходимости на основе данных комплексного анализа декоративности, состояния и устойчивости древесных растений можно проводить обновление их посадок на виды с требуемыми экологическими показателями в конкретных климатических и антропогенных условиях.

Показатели устойчивости и декоративности древесных растений – основных образователей урбофитоценозов – полезно учитывать в работе по оценке планировочной, экологической и ресурсной значимости и формируемых на основе данных сообществ экологических каркасов в городах и поселках района исследований.

На основе результатов собственных биоэкологических исследований произрастающих в рассматриваемых поселениях древесных растений, а также с учетом материалов ученых из разных регионов [Колесников, 1974; Якушина, 1990; Николаевский и др., 1999; Жидкова, 2002; Методы изучения лесных..., 2002; Мозолева, 2002; Неверова, 2004; Колмогорова, 2005; Кулагин, Шагиева, 2005; Кавеленова и др., 2007; Николаевский, Якубов, 2008; Михеева, 2009; Абаимов и др., 2011; Бухарина и др., 2012; Тагилова, 2012; Дорошенко и др., 2014; Залывская, Бабич, 2014; Маевский, 2014; Мелькумов, 2014; Ибрагимова и др., 2016; Логвинов и др., 2016; Арестова, Арестова, 2017; Прохоренко и др., 2017] выделены в качестве перспективных для введения в культуру:

- высокоустойчивые растения к природно-климатическим и антропогенным условиям – *Spiraea crenata*, *Cotinus coggygria*, *Prunus spinosa*, *Fraxinus excelsior* –

рекомендуются для повсеместного использования в городском и поселковом озеленении района исследований, в числе которых производственные зоны;

- среднеустойчивые растения с максимальными эколого-диагностическими баллами – *Acer saccharinum*, *Tilia platyphyllos*, *U. laevis*, *M. sylvestris*, *A. tataricum*, *Frangula alnus*, *Populus tremula*, *T. cordata*, *P. nigra*, *Salix acutifolia*, *Padus avium*, *A. platanoides* и *B. pendula* – также целесообразно использовать в озеленении функционально и экологически различных территорий поселений;

- среднеустойчивые растения с наименьшими эколого-диагностическими баллами – *A. campestre*, *Populus pyramidalis*, *S. caprea* и *Corylus avellana* – целесообразно использовать для озеленения урбанизированных территорий в рекреационных и селитебных зонах района исследований, а в г. Новохоперск и п. г. т. Грибановский – повсеместно.

Согласно результатам исследований и комплексного анализа, растения выделенных групп, обладают экоустойчивостью, как в урбанизированных территориях с крайне низкой, низкой антропогенно-техногенной нагрузкой, так и в территориях с большим (умеренным, по данным проведенного мониторинга экологического состояния окружающей среды) уровнем антропогенно-техногенной нагрузки. Полученные данные об экоустойчивости древесных растений демонстрируют их хозяйственную ценность в качестве перспективных и доступных биоресурсов (в плане подходящего перечня озеленительного ассортимента) для благоустройства и охраны окружающей среды в городских поселениях и в пригородных районах. Для решения таких важных задач подходят виды из групп высокой и средней устойчивости.

Выполненными экологическими исследованиями и комплексным экологическим анализом составляющих параметров их устойчивости подтверждена их перспективность для широкого введения в культуру в населенные пункты Воронежского Прихоперья. Это очень важно для данного субрегиона, в целом, отличающегося от областного центра и его предместий (наиболее исследованных территорий Воронежской области в плане инвентаризации состава и оценки состояния древесных растений), как по погодно-климатическим, ландшафтным условиям, составу аборигенной и культурной дендрофлоры, так и по урбанохозяйственным, ресурсным и экологическим характеристикам.

Дифференциация по видам растений в подборе озеленительного ассортимента позволит в районе исследований создавать устойчивые и высокоэффективные в экологическом плане посадки древесных растений, способные реализовать характерный им биоэкологический потенциал, в том числе декоративные качества, приемлемые уровни состояния и устойчивости. В озеленительной работе в населенных пунктах Воронежского Прихоперья предпочтение

целесообразно отдавать древесным растениям из местной флоры, исследованным и проанализированным в данной работе, включительно в разделе 5.6 диссертации.

Данные растения рекомендуются для использования в озеленительной практике для улучшения структуры, обновления состава, обеспечения декоративных и эколого-защитных качеств зеленых насаждений в городах и поселках Воронежского Прихоперья. Благодаря использованию в озеленении населенных пунктов этого субрегиона городские экосистемы приобретут необходимые качества культурности, устойчивости и экологической эффективности. Из древесных интродуцентов наибольшего внимания заслуживают *P. pyramidalis*, *A. saccharinum*, *T. platyphyllos*, обладающие, как декоративностью, так и требуемыми биоэкологическими признаками для создания экологически устойчивых и декоративных озеленительных композиций. Это позволит разрабатывать и в последующем реализовывать программы по комплексному озеленению и созданию условий для повышения эколого-гигиенической безопасности на функционально различных территориях населенных пунктов.

Исследованные и проанализированные виды растений могут использоваться, как в работах по улучшению структуры, состояния и экологической устойчивости урбоэкосистем Воронежского Прихоперья, так и в деятельности по конструированию новых экосистем. Реконструируемые и создаваемые вновь экосистемы с введением в их состав рекомендуемых видов древесных растений должны составить основу линейных (экологических коридоров) и площадных (экологических узлов) компонентов экологических каркасов населенных пунктов в районе исследований. Это позволит успешно решать, как первоочередные задачи по разработке и внедрению программ по защите и улучшению качества окружающей среды в городах и поселках Воронежского Прихоперья, так и не менее актуальные задачи по обеспечению декоративности и экологической эффективности зеленых насаждений.

Особое значение результатов и теоретических положений работы заключается для обоснования необходимости разработки, внедрения и обеспечения функционирования системы контроля за видовым разнообразием древесных растений в природно-антропогенных, искусственных и естественных сообществах в каждом муниципальном районе Воронежского Прихоперья. Растения с инвазионными качествами [Виноградова и др., 2010, 2015; Григорьевская и др., 2012, 2013; Лепешкина и др., 2014; Письмаркина, Силаева, 2018], приведенные в приложении 1 (таблица 1.23), не рекомендуются к озеленению городских территорий района исследований. Эту рекомендацию целесообразно исполнять в данном субрегионе для исключения переселения этих видов в природные сообщества. Кроме этого, не целесообразно широко внедрять в озеленительную практику древесные интродуценты, особенно еще не использованных в культуре в районе исследований, поскольку не

представляется возможным объективно оценить их биоэкологический и, возможно, биоинвазионный потенциал.

Также для улучшения состояния древесных растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья, а также для обеспечения их санитарно-гигиенической и экологической функциональности ведущее значение имеет своевременный и систематический уход за посадками этих растений, реконструкция и планомерное обновление древесных насаждений. Такая работа представляется результативной на основе выявленных адаптивных особенностей, параметров декоративности и экологического состояния посредством комплексного подхода их анализа (для выявления ослабленных и здоровых растений), с учетом особенностей функциональной организации урбанизированных территорий. Предложенные рекомендации о целесообразности использования древесных растений с учетом их установленных и проанализированных биоэкологических особенностей позволят эффективно решать практические задачи по биологическому благоустройству, управлению создаваемыми и реконструируемыми экосистемами, формированию условий экологически устойчивого развития на урбанизированных территориях Воронежского Прихоперья.

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 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 (в комплексном городском, лесном, сельском хозяйствах, в ведении отраслевых оценочных кадастровых материалов).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абаимов, В.Ф. Создание городских зеленых насаждений в условиях степной зоны Южно-Уральского региона / В.Ф. Абаимов, А.И. Колтунова, Г.А. Панина. – Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2011. – 65 с.
2. Авдеев, Ю.М. Экологическое состояние зеленых насаждений / Ю.М. Авдеев, А.Е. Костин, Д.В. Титов, Ю.П. Попов // Вест. КрасГАУ. – 2017. – № 7. – С. 114–118.
3. Адерихин, П.Г. Характеристика почвенно-климатических условий ЦЧП / П.Г. Адерихин. – М.: Мысль, 1961. – 326 с.
4. Алексеев, А.С. Мониторинг лесов Ленинградской области на основе регулярной биоиндикационной сети пробных площадей по программе ICP-Forests / А.С. Алексеев, Р.Ф. Трейфельд, А.Е. Синкевич // Лесобиологические исследования на Северо-Западе таежной зоны России: итоги и перспективы: материалы науч. конф., посвященной 50-ти летию Ин-та леса КНЦ РАН (3–5 октября 2007 г.). – Петрозаводск: Изд-во КНЦ РАН, 2007. – С. 18–29.
5. Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев в древостое / В.А. Алексеев. // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 38–51.
6. Аминова, Е.Ю. Индивидуальная изменчивость сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по признаку засухоустойчивости: автореф. ... к.с.-х.н. / Е.Ю. Аминова. – Воронеж, 2018. – 22 с.
7. Аминова, К.З. Эколого-биологическая характеристика дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в условиях техногенного загрязнения (на примере Уфимского промышленного центра): дис. ... к.б.н. / К.З. Аминова. – Уфа, 2016. – 164 с.
8. Аношкина, Л.В. Состояние древесных пород в урбанизированной среде г. Братска: дис. ... к.б.н. / Л.В. Аношкина. – Братск, 2011. – 182 с.
9. Анчуков, Г.А. Из истории земли Новохоперской / Г.А. Анчуков, В.Т. Петров – Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 2005. – 216 с.
10. Арестова, С.В. Оценка адаптации интродуцированных древесно-кустарниковых растений в условиях Саратовского Поволжья (методические рекомендации) / С.В. Арестова, Е.А. Арестова. – Саратов: Изд-во ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», 2017. – 28 с.
11. Атлас Воронежской области / Редкол. В.В. Подколзин и др. – Воронеж, 1994. – 48 с.
12. Бабич, Н.А. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов: монография / Н.А. Бабич, О.С. Залывская, Г.И. Травникова. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2008. – 144 с.
13. Баженов, Ю.А. Декоративные деревья и кустарники: ил. атлас / Ю.А. Баженов, А.Ю. Сапелин, А.Б. Лысиков. – М.: Фитон+, 2013. – 239 с.

14. Баранова, Т.В. Оптимизация методики отбора перспективных интродуцентов в условиях Центрального Черноземья / Т.В. Баранова, Е.В. Моисеева, А.А. Воронин // *Фундамент. исслед.* – 2012. – № 3. – С. 237–240.
15. Бебия, С.М. Методика комплексной оценки декоративности и экологической устойчивости древесных растений на черноморском побережье Кавказа / С.М. Бебия, Е.Ф. Джакония, И.Ю. Титов // *Ученые записки КФУ им. В.И. Вернадского. Биол. Хим.* – 2018. – Т. 4, № 3. – С. 35–50.
16. Беланова, А.П. Состояние древесных растений в разных экологических зонах сибирского города / А.П. Беланова, Е.В. Банаев, М.А. Томошевич, Л.Н. Чиндяева // *Изв. Самар. науч. центра РАН.* – 2016. – Т. 18. – № 2 (2). – С. 292–296.
17. Березуцкий, М.А. Антропогенная трансформация флоры южной части Приволжской возвышенности: автореф. дис. ... д.б.н. – Воронеж, 2000. – 36 с.
18. Бескаравайная, М.А. Экологические группы декоративных древесных растений Южного берега Крыма в зависимости от их засухоустойчивости / М.А. Бескаравайная // *Труды Никит. бот. сада.* – 1989. – Т. 108. – С. 67–77.
19. Богданов, П.Л. Дендрология / П.Л. Богданов. – М.: Леспром, 1974. – 240 с.
20. Боговая, И.О. Озеленение населенных мест: учеб. пособие для вузов / И.О. Боговая, В.С. Теодоронский. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
21. Боговая, И.О. Озеленение населенных мест: учеб. пособие / И.О. Боговая, В.С. Теодоронский. – М.: Лань, 2014. – 256 с.
22. Бойко, Т.А. Состояние зеленых насаждений общего пользования в условиях Перми / Т.А. Бойко, А.П. Мальцева, И.И. Збруева // *Экол.* – 2019. – № 2. – С. 85–92.
23. Бочкова, И.Ю. Оценка влияния фактуры на декоративные качества цветочных растений в системе озеленения города / И.Б. Бочкова, Ю.А. Хохлачева // *Вестн. МГУЛ – Лес. вестн.* – 2015. – Т. 19. – № 5. – С. 102–106.
24. Булыгин, Н.Е. Дендрология / Н.Е. Булыгин, В.Т. Ярмишко. – СПб.: Наука, 2000. – 528 с.
25. Бухарина, И.Л. Биоэкологические особенности древесных растений и обоснование их использования в целях экологической оптимизации урбаноcреды: на примере г. Ижевска: дис. ... д.б.н. / И.Л. Бухарина. – Ижевск, 2008. – 475 с.
26. Бухарина, И.Л. Городские насаждения: экологический аспект: монография / И.Л. Бухарина, А.Н. Журавлева, О.Г. Большова. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. – 206 с.
27. Валягина, Е.Т. Деревья и кустарники средней полосы европейской части России: иллюстрированный определитель / Е.Т. Валягина-Малютина. – М.: КМК, 2012. – 458 с.

28. Виноградова, Ю.К. Влияние чужеродных видов растений на динамику флоры территории Главного ботанического сада РАН / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, В.Д. Бочкин // Рос. Журн. Биол. Инвазий. – 2015. – № 4. – С. 22–41.
29. Виноградова, Ю.К. Чёрная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, Л.В. Хорун. – М.: ГЕОС, 2010. – 512 с.
30. Витченко, А.Н. Геоэкологическая оценка зеленых насаждений промышленных объектов городов Беларуси / А.Н. Витченко, Е.В. Крылович // Актуальные проблемы геоэкологии и ландшафтоведения: сб. науч. ст., вып. 1. – Минск: Изд-во БГУ, 2013. – С. 25–28.
31. Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электрон. ресурс]. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://www.meteorf.ru/about/structure/cgms/3175/> (дата обращения: 15.02.2020), свободный.
32. Гаврилин, И.И. Некоторые особенности газопоглотительной способности деревьев в урбозкосистеме г. Братска / И.И. Гаврилин // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 5. – С. 219–224.
33. Гаврилин, И.И. Устойчивость древесных растений в урбозкосистемах северных территорий (на примере г. Братска Иркутской области): автореф. дис. ... к.б.н. / И.И. Гаврилин. – Ульяновск, 2012. – 24 с.
34. Герасимова, Е.Ю. Виды и формы древесных и кустарниковых растений, перспективные для озеленения Южного Урала (на примере города Оренбурга) / Е.Ю. Герасимова, В.Ф. Абаимов, А.А. Кулагин // Вестн. АГАУ. – 2016. – № 10. – С. 62–65.
35. Герасимова, А.А. Фенологический мониторинг древесно-кустарниковой растительности г. Тюмени: дис. ... к.б.н. / А.А. Герасимова. – Тюмень, 2015. – 274 с.
36. Гонтарь, О.Б. Мониторинг состояния древесных насаждений на некоторых объектах озеленения в центральной части города Мурманска / О.Б. Гонтарь, Е.А. Святковская, Н.Н. Тростенюк [и др.] // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2013. – Т. 15. – № 3 (2). – С. 621–625.
37. Григорьевская, А.Я. Адвентивная флора Воронежской области: исторический, биогеографический, экологический аспекты / А.Я. Григорьевская, Е.А. Стародубцева, Н.Ю. Хлызова, В.А. Агафонов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. – 320 с.
38. Григорьевская, А.Я. Зеленые насаждения города Воронежа как природный элемент многоструктурной системы экологического каркаса / А.Я. Григорьевская, О.С. Лисова // Науч. диалог. – 2012. – № 2. – С. 100–111.

39. Григорьевская А.Я. К созданию Чёрной книги Воронежской области / А.Я. Григорьевская, Л.А. Лепёшкина, Д.Р. Владимиров, Д.Ю. Сергеев // Рос. Журн. Биол. Инвазий. – 2013. – № 1. – С. 8–26.
40. Григорьевская, А.Я. Флора Воронежского городского округа город Воронеж: биогеографический, ландшафтно-экологический, исторический аспекты / А.Я. Григорьевская, Л.А. Лепешкина, Д.С. Зелепукин // Самар. Лука: проблемы регион. и глоб. экол. – 2012. – Т. 21, № 1. – С. 5–158.
41. Григорьевская, А.Я. Флора города Воронежа / А.Я. Григорьевская. – Воронеж: ВГУ, 2000. – 200 с.
42. Грищенко, К.Г. Состав древостоев и жизненное состояние древесных видов-доминантов липовых и кленовых фитоценозов Саратовского правобережья / К.Г. Грищенко // Бюл. бот. сада СГУ. – 2008. – Т. 7, № 1. – С. 76–79.
43. Громова, Т.С. Биоиндикационная оценка культурных ландшафтов Прихоперья / Т.С. Громова, И.С. Сираева, А.С. Ермоленко, А.Н. Логачев // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. (Саратов, 12-15 февраля 2018 г.). – Саратов: Изд-во ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, ООО «ЦеСАин», 2018. – С. 179–185.
44. Гудзенко, Е.О. Оценка экологического состояния зеленых насаждений города Ростова-на-Дону: дис. ... к.б.н. / Е.О. Гудзенко. – Ростов-на-Дону, 2016. – 190 с.
45. Гурьева, Е.И. Комплексная оценка и оптимизация зеленых насаждений санаториев Воронежской области: дис. ... к.с.-х.н. / Е.И. Гурьева. – Воронеж, 2013. – 250 с.
46. Давыдова, Ю.Н. Экологическое состояние зелёных насаждений общего пользования (ЗНОП) Центрального и Коминтерновского районов г. Воронежа / Ю.Н. Давыдова // Междунар. науч.-исслед. журн. – 2014. – № 2, ч. 2. – С. 116–119.
47. Данилова, Н.С. Видовой состав и устойчивость древесных растений в насаждениях города Якутска / Н.С. Данилова, С.М. Сабарайкина // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2018. – Т. 20, № 5. – С. 71–80.
48. Дмитриева, В.А. Гидрологическая изученность Воронежской области / В.А. Дмитриева // Каталог водотоков. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. – 225 с.
49. Доклад о состоянии и развитии конкурентной среды на рынках товаров, работ и услуг Воронежской области по итогам 2017 года. – Воронеж, 2018. – 260 с.
50. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2018 году. – Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2019. – 240 с.
51. Дорошенко, Т.Н. Устойчивость плодовых и декоративных растений к температурным стрессорам: диагностика и пути повышения: монография / Т.Н. Дорошенко, Н.В. Захарчук, Д.В. Максимцов. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2014. – 174 с.

52. Драчева, Н.В. Эколого-фитосанитарный анализ и особенности жизненного состояния древесных растений в насаждениях г. Самары: дис. ... к.б.н. / Н.В. Драчева. – Самара, 2011. – 183 с.
53. Дюваль-Строев, М. Р. Итоги интродукции декоративных деревьев и кустарников г. Краснодара и перспективы их использования для озеленения населенных мест Кубани: дис. ... к.б.н. / М. Р. Дюваль-Строев. – Краснодар, 1966. – 162 с.
54. Евсеева, А.А. Устойчивость городских лесных фитоценозов в зависимости от подходов к их сохранению в городской черте (на примере Калуги и Обнинска): дис. ... к.б.н. / А.А. Евсеева. – Калуга, 2014. – 169 с.
55. Епринцев, С.А. Экологическая безопасность населения урбанизированных территорий (на примере населенных пунктов Воронежской области) / С.А. Епринцев, С.А. Куролап, О.И. Дубровин [и др.] // Вестн. ТГУ. – 2013. – Т. 18. – Вып. 5. – С. 2902–2904.
56. Жидкова, Н.Ю. Видовой состав, состояние, рост древесной и кустарниковой растительности в условиях г. Архангельска: дис. ... к.б.н. / Н.Ю. Жидкова. – Архангельск, 2002. – 208 с.
57. Журкова, Н.В. Биомониторинг состояния древесных пород в условиях большого города: автореф. дис. ... к.б.н. / Н.В. Журкова. – М., 2002. – 25 с.
58. Завидовская, Т.С. Анализ изученности растительного покрова региона (на примере Воронежской области) / Т.С. Завидовская, М.В. Ларионов, И.С. Сираева // Известия Самарского научного центра РАН. 2017_а. Т. 19. № 2-1. С. 126-132.
59. Завидовская, Т.С. Анализ флоры города Борисоглебска // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лес. вестн. – 2010_а. – № 3. – С. 192–199.
60. Завидовская, Т.С. Флора и растительность Теллермановского лесного массива / Т.С. Завидовская, М.Г. Романовский // – LAP: Lambert Academic Publishing, 2011. – 405 с.
61. Завидовская, Т.С. История дендрологических исследований в Воронежской области / Т.С. Завидовская, М.В. Ларионов // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер.: Биол. и экол. – 2017. – № 4. – С. 103–113.
62. Завидовская, Т.С. Сравнительная характеристика систематической структуры естественных и урбанизированных флор юго-востока европейской России / Т.С. Завидовская, М.В. Ларионов, И.С. Сираева // Современные проблемы науки и образования. – 2017_б. – № 3. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26433> (дата обращения: 21.10.2019).
63. Завидовская, Т.С. Флора города Борисоглебска / Т.С. Завидовская. – Борисоглебск, 2010_б. – 150 с.

64. Залывская, О.С. Зимостойкость и морозоустойчивость интродуцентов / О.С. Залывская, Н.А. Бабич // Лес. вестн. – 2014. – № 1. – С. 105–110.
65. Залывская, О.С. Шкала комплексной оценки декоративности деревьев и кустарников в городских условиях на севере / О.С. Залывская, Н.А. Бабич // Вестн. ПГТУ. – 2012. – № 1. – С. 96–104.
66. Ибрагимова, А.Х. Оценка состояния древесных насаждений в селитебно-рекреационной зоне Стерлитамакского промышленного центра / А.Х. Ибрагимова, Р.Х. Гиниятуллин, О.В. Тагирова, А.Ю. Кулагин // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Хим. Биол. Экол. – 2016. – Т. 16. Вып. 2. – С. 224–231.
67. Иванов, А.Л. Конспект флоры Ставрополя / А.Л. Ставрополь. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2001. – 200 с.
68. Инвестиционный паспорт Борисоглебского городского округа. – Воронеж, 2018. – 122 с.
69. Инвестиционный паспорт Грибановского муниципального района. – Воронеж, 2018. – 101 с.
70. Инвестиционный паспорт Поворинского муниципального района. – Воронеж, 2018. – 127 с.
71. Кавеленова, Л.М. Экологические основы теории и практики системы фитомониторинга урбосреды в условиях лесостепи: дис. ... д.б.н. / Л.М. Кавеленова. – Самара, 2003. – 400 с.
72. Кавеленова, Л.М. Экологические особенности некоторых местных и интродуцированных древесных растений в городских насаждениях лесостепи Среднего Поволжья (на примере г. Самары) / Л.М. Кавеленова, Н.В. Малыхина, С.А. Розно [и др.] // Вестн. СамГУ. Естественнонауч. сер. – 2007. – № 8. – С. 89–96.
73. Кальжанова, О.Ю. Ландшафтные условия и антропогенная нагрузка в местах расположения реплантоземов и культуроземов юго-востока / О.Ю. Кальжанова, Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов [и др.] // Проблемы и мониторинг природных экосистем. – Пенза, 2017. С. 48-57.
74. Камышев, Н.С. Растительный покров Воронежской области и его охрана / Н.С. Камышев, К.Ф. Хмелев – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1976. – 116 с.
75. Киселева, К.В. Флора средней полосы России. Атлас-определитель / К.В. Киселева, С.Р. Майоров, В.С. Новиков. – М.: Фитон+, 2010. – 544 с.
76. Козловский, Б.Л. Цветковые древесные растения Ботанического сада Ростовского университета (экология, биология, география) / Б.Л. Козловский, А.Я. Огородников [и др.]. – Ростов н/Д.: Нов. русские, 2000. – 144 с.

77. Колесников, А.И. Декоративная дендрология / А.И. Колесников. – М.: Леспром, 1974. – 704 с.
78. Колмогорова, Е.Ю. Видовое разнообразие и жизненное состояние древесных и кустарниковых растений в зеленых насаждениях города Кемерово: автореф. дис. ... к.б.н. / Е.Ю. Колмогорова. – Томск, 2005. – 19 с.
79. Коновалова, Т.Ю. Декоративные деревья и кустарники: атлас-определитель. / Т.Ю. Коновалова, Н.А. Шевырева – М.: Фитон+, 2010. – 208 с.
80. Кузнецов, В.А. Почвы и растительность парково-рекреационных ландшафтов Москвы: дис. ... к.б.н. / В.А. Кузнецов. – М., 2015. – 170 с.
81. Кузнецов, Р.В. Эколого-физиологические аспекты устойчивости растений рода боярышник в городских насаждениях лесостепи Среднего Поволжья: дис. ... к.б.н. / Р.В. Кузнецов. – Самара, 2009. – 149 с.
82. Кулагин, А.А. Древесные растения и биологическая консервация / А.А. Кулагин, Ю.А. Шагиева. – М.: Наука, 2005. – 190 с.
83. Кулагин, А.А. Реализация адаптивного потенциала древесных растений в экстремальных лесорастительных условиях: дис. ... д.б.н. / А.А. Кулагин. – Тольятти, 2006. – 430 с.
84. Кулагин, А.Ю. Феномен засухоустойчивости видов рода *Salix* L.: экспериментальная характеристика особенностей водного режима / А.Ю. Кулагин // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2003. – Т. 5, № 2. – С. 328–333.
85. Лапин, П.И. Интродукция лесных пород / П.И. Лапин, К.К. Калуцкий, О.Н. Калуцкая. – М.: Леспром, 1979. – 224 с.
86. Ларионов, М.В. Анализ состояния атмосферного воздуха в условиях урбанизированной среды с помощью фитоиндикации / М.В. Ларионов // Вестн. КрасГАУ. – 2012_а. – № 11. – С. 88–92.
87. Ларионов, М.В. Биологическая индикация атмосферы в условиях пригородных и городских ландшафтов // Проблемы и мониторинг природных экосистем. – Пенза, 2014_а. – С. 7–9.
88. Ларионов, М.В. Биоэкологические и декоративные особенности древесно-кустарниковых насаждений в урбанизированных условиях на востоке Воронежской области / М.В. Ларионов, И.С. Сираева // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем. – Саратов, 2016. – С. 158–163.
89. Ларионов, М.В. Вариабельность параметров рН в зависимости от характера землепользования в Воронежской и Саратовской областях / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов,

И.С. Сираева, Т.С. Громова, А.С. Ермоленко // Проблемы и мониторинг природных экосистем. – Пенза, 2017_а. – С. 94–104.

90. Ларионов, М.В., Сираева И.С. Видовое разнообразие, территориальное размещение и использование в озеленении древесно-кустарниковых растений на востоке Воронежской области [Электрон. ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25159> (дата обращения: 21.06.2019).

91. Ларионов, М.В. Деградация окружающей среды в зоне влияния техногенных и сельскохозяйственных объектов / М.В. Ларионов, Е.Б. Смирнова, М.В. Бурдин // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2011. – Т. 13. – № 1, Ч. 6. – С. 1347–1349.

92. Ларионов, М.В. Динамика сезонного накопления свинца в листьях древесных растений в городской среде / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов // Вестн. ВГУ. Сер.: Хим. Биол. Фармац. – 2015_а. – № 2. – С. 51–54.

93. Ларионов, М.В. Зеленые насаждения как фактор экологической стабилизации антропогенной среды и сохранения здоровья населения / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов // Проблемы и мониторинг природных экосистем. – Пенза, 2014_а. – С. 85–88.

94. Ларионов, М.В. Накопление древесными растениями тяжелых металлов в зависимости от автотранспортной нагрузки // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. – 2014_б. – № 4. Ч. 1. – С. 228–232.

95. Ларионов М.В. Некоторые морфо-физические параметры почв как эколого-диагностические категории трансформированных ландшафтов / М.В. Ларионов // Проблемы и мониторинг природных экосистем. – Пенза, 2015_б. – С. 101–105.

96. Ларионов, М.В. Мониторинг состояния воздушной среды посредством морфометрических показателей генеративных органов хвойных, произрастающих вдоль автотрасс / М.В. Ларионов, И.М. Жалнин // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем. – Саратов, 2016. – С. 153–158.

97. Ларионов, М.В., Ларионов Н.В. Общая экология: практикум. – Саратов: Сарат. источник, 2014_б. – 164 с.

98. Ларионов, М.В. Оценка экологического состояния и устойчивости древесных насаждений урбанизированных территорий: монография / М.В. Ларионов. – Брянск: РИО БГУ, 2012_б. – 182 с.

99. Ларионов, М.В. Оценка экологического состояния и устойчивости древесных насаждений урбанизированных территорий / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов // Науч. обзор. – 2012. – № 4. – С. 98–106.

100. Ларионов, М.В. Содержание тяжелых металлов в листьях городских древесных насаждений // Вестн. КрасГАУ. – 2012_в. – № 10. – С. 71–75.
101. Ларионов, М.В. Теоретическая и прикладная экология: учеб. пособие для вузов / М.В. Ларионов. – Саратов: Сарат. источник, 2019. – 186 с.
102. Ларионов, М.В. Фитомониторинг почвенного плодородия городов Среднего Прихопёрья / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов, Т.С. Громова, А.Н. Логачев, В.В. Солдатова, А.С. Ермоленко // Проблемы и мониторинг природных экосистем. – Пенза, 2017_б. – С. 104–112.
103. Ларионов, М.В. Экологический мониторинг городской среды: монография / М.В. Ларионов. – Саратов: Сарат. источник, 2015_в. – 104 с.
104. Ларионов, Н.В. Мониторинг качества воздушного бассейна урбанизированных территорий по показателям ассимиляционного аппарата тополя бальзамического / Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов, Т.С. Громова // Проблемы и мониторинг природных экосистем. – Пенза, 2018_а. – С. 93–100.
105. Ларионов, Н.В. О некоторых данных мониторинга воздуха автотранспортных зон Саратовской и Воронежской областей с помощью лишайников / Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов, Т.С. Громова // Проблемы и мониторинг природных экосистем. – Пенза, 2018_б. – С. 85–93.
106. Ларионов, Н.В. Состояние газонных травостоев урбанизированных территорий на юго-востоке России / Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов, Т.Е. Сажнева // Международ. журн. приклад. и фундамент. исслед. – 2018_в. – № 8. – С. 85–89.
107. Лемеза, Н.А. Геоботаника: учебная практика: учеб. пособие Н.А. Лемеза, М.А. Джус. – Минск: Изд-во БГУ, 2008. – 255 с.
108. Лепешкина, Л.А. Инвазионная дендрофлора Среднерусской лесостепи: структурный и биогеографический аспекты изучения / Л.А. Лепешкина, А.Я. Григорьевская, М.А. Клевцова, А.А. Воронин // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер. Естеств. и техн. науки. – 2014. – Т. 19, № 5. – С. 1524–1528.
109. Лисова, О.С. Биогеографический анализ древесно-кустарниковой флоры и оценка ее роли в структуре зеленых насаждений г. Воронежа: автореф. дис. ...канд. геогр. наук / О.С. Лисова. – Воронеж, 2009. – 34 с.
110. Лобанов, Е.М. Транспортная планировка городов: учебник для студ. вузов / Е.М. Любанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
111. Ловелиус, Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий / Н.В. Ловелиус. – Л.: Наука, 1979. – 232 с.
112. Логвинов, К.В. Относительное жизненное состояние насаждений березы повислой в условиях Липецкой области / К.В. Логвинов, А.Н. Чабан, О.А. Дубровина, Г.А. Зайцев // Самар. Лука: пробл. регион. и глоб. экол. – 2016. – Т. 25, № 4. – С. 211–214.

113. Лозовой, А.Д. Методика и техника работ на пробных площадях: метод. указания / А.Д. Лозовой, Н.В. Гладышева. – Воронеж, 1991. – 72 с.
114. Любименко, В.Н. О чувствительности хлорофиллоносного аппарата светолюбивых и теневыносливых растений / В.Н. Любименко – С. Петербург: Тип. Спб градоначальства, 1905. – 27 с.
115. Любимов, В.Б. Накопление тяжелых металлов в почвах и растениях вдоль железнодорожных путей в условиях городского и сельского ландшафта / В.Б. Любимов, М.В. Ларионов, Е.Б. Смирнова // Вестн. БГУ. – 2011. – № 4. – С. 200–204.
116. Маевский, П.Ф. Флора средней полосы европейской части России / П.Ф. Маевский – М.: Тов-во науч. изд-ий КМК, 2014. – 635 с.
117. Майоров, С.Р. Иллюстрированный каталог растений, дичающих в ботанических садах Москвы / С.Р. Майоров, Ю.К. Виноградова, В.Д. Бочкин. – М.: Фитон XXI, 2013. – 160 с.
118. Маликов, В.С. Экологические основы формирования и функционирования региональной системы мониторинга окружающей среды. На примере Воронежской области: автореф. дис. ... к.б.н. / В.С. Маликов. Воронеж, 2004. – 21 с.
119. Малыхина, Н.В. К оценке составляющих фитопатологического статуса древесных растений в городских насаждениях г. Самары / Н.В. Малыхина, Т.А. Трофимова, Л.М. Кавеленова // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2009. – Т. 11, № 1 (4). – С. 796–799.
120. Матвеев, Н.М. Биоэкологический анализ флоры и растительности: (на примере лесостепной и степной зоны): учеб. пособие / Н.М. Матвеев. – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2006. – 311 с.
121. Машкин, С.И. Дендрология Центрального Черноземья / С.И. Машкин. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1971. – С. 174–175.
122. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / Под ред. Н.Г. Зырина, С.Г. Малахова. – М.: Гидрометеиздат: Моск. отдел., 1981. – 109 с.
123. Мелькумов, Г.М. Стратегия использования устойчивых растений к воздействию монооксида углерода и микозов для улучшения состояния парковых зон г. Воронежа / Г.М. Мелькумов // Вестн. ВГУ. Сер.: Хим. Биол. Фармац. – 2014. – № 2. – С. 66–71.
124. Методические рекомендации по регулированию пешеходного движения (утв. 28.04.1977 г. ВНИИБД МВД СССР). – М.: Изд-во ВНИИБД МВД СССР, 1977. – 56 с.
125. Методические указания по оценке городских почв при разработке градостроительной и архитектурно-строительной документации. – М.: Изд-во НИиПИ экологии города, 2003. – 24 с.

126. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева, И.Ю. Баккал, В.В. Горшков [и др.]. – СПб.: Изд-во НИИХ СПбГУ, 2002. – 240 с.
127. Методы экологических исследований: учеб. пособие для вузов / авт.-сост. М.В. Ларионов. – Саратов: Сарат. источник, 2015. – 124 с.
128. Михеева, М.А. Влияние высоких температур на устойчивость древесных растений в городской среде / М.А. Михеева, А.И. Федорова // Вестн. ВГУ. Сер.: Геогр. Геоэкол. – 2011. – № 2. – С. 166–175.
129. Михеева, М.А. Геоэкологическая оценка биоразнообразия и устойчивости древесных растений в условиях городской среды (на примере г. Воронежа): автореф. ... к.г.н. / М.А. Михеева. – Воронеж, 2009. – 23 с.
130. Михеева, М.А. Оценка состояния древесных пород с использованием экспрессного фитоиндикационного метода на примере п.г.т. Хохольский Хохольского района Воронежской области / М.А. Михеева // Экология России и сопредельных территорий. Экологический катализ: материалы IX Междунар. экол. студ. конф. – Новосибирск, 2004. – С. 47–49.
131. Мозолевская, Е.Г. Методы оценки и прогноза динамики состояния насаждений // Лес. хозяйство / Е.Г. Мозолевская. – 1998. – № 3. – С. 43–45.
132. Мозолевская, Е.Г. Первичные и интегральные показатели состояния насаждений, используемые в мониторинге / Е.Н. Мозолевская // Лес. вестн. – 2002. – № 6. – С. 65–67.
133. Морякина, В.А. Рост и развитие деревьев и кустарников, интродуцированных в Томске: автореф. дис. ... к.б.н. / В.А. Морякина – Томск, 1969. – 25 с.
134. Мушинская, О.А. Биоэкологические особенности видов рода *Populus* L. в условиях степной зоны Южного Урала (на примере г. Оренбурга): автореф. дис... к.б.н. / О.А. Мушинская. – Оренбург, 2007. – 26 с.
135. Неверова, О.А. Экологическая оценка состояния древесных растений и загрязнения окружающей среды промышленного города (на примере г. Кемерово): дис. ... д.б.н. / О.А. Неверова. – М., 2004. – 358 с.
136. Негрбов, О.П. Экологические основы оптимизации и управления городской средой / О.П. Негрбов, Д.М. Жуков // Экология города. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2000. – С. 136–145.
137. Некипелова, Е.Ф. Влияние рекреационной нагрузки на состояние древесных насаждений лесопарка «Дружба» (г. Владимир) / Е.Ф. Некипелова, В.В. Петрик, Ю.И. Поташева, А.Г. Куприянова // Лес. журн. – 2015. – № 5. – С. 100–110.
138. Николаевский, В.С. Методы оценки состояния древесных растений и степени влияния на них неблагоприятных факторов / В.С. Николаевский, Н.Г. Николаевская, Е.А. Козлова // Лес. вестн. – 1999. – № 2. – С. 76–77.

139. Николаевский, В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации: монография / В.С. Николаевский. – М.: Изд-во МГУЛ, 1999. – 191 с.
140. Николаевский, В.С. Экологический мониторинг зеленых насаждений в крупном городе. Методы исследований: практическое пособие / В.С. Николаевский, Х.Г. Якубов. – М.: Изд-во МГУЛ, 2008. – 67 с.
141. Ноздрачева, Р.Г. Агроэкологическое обоснование возделывания промышленной культуры абрикоса в Воронежской области: дис. ... д.с.-х.н. / Р.Г. Ноздрачева. – Воронеж, 2008. – 342 с.
142. Об утверждении государственной программы Воронежской области «Охрана окружающей среды и природные ресурсы» (с изм. на 29.03.2019 г.) / Постановление Правительства Воронежской области от 11.11.2015 г. № 856 [Электрон. ресурс] // Эл. фонд прав. и норм.-тех. документации. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/430660669> (дата обращения: 22.03.2020), свободный.
143. Об утверждении схемы территориального планирования Воронежской области (с изм. на 26.12.2018 г.) / Постановление Правительства Воронежской области от 5.03.2009 г. № 158 [Электрон. ресурс] // Эл. фонд прав. и норм.-тех. документации. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/469703049> (дата обращения: 23.03.2020), свободный.
144. ОСТ 56-100-95. Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы (утв. приказом Рослесхоза от 20 июля 1995 г. № 114). – М.: ВНИЦлесресурс, 1995. – 14 с.
145. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: оценка состояния растительных ресурсов при интродукции в Центрально-Черноземном регионе и разработка мероприятий по их сохранению на базе ботанического сада им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского госуниверситета (шифр: «2011-1.8-518-011-039») / Исп.: В.Н. Калаев, А.А. Воронин, Е.В. Моисеева [и др.]. – Воронеж, 2012. – 179 с.
146. Павленкова, Г.А. Оценка видов рода спирея (*Spiraea* L.) генофонда дендрария ВНИИСПК / Г.А. Павленкова // Совр. садоводство. – 2015. – № 4. – С. 77–85.
147. Письмаркина Е.В. Особенности натурализации чужеродных растений на северо-западе Приволжской возвышенности / Е.В. Письмаркина, Т.Б. Силаева // Журн. биол. инвазий. – 2018. – № 1. – С. 88–102.
148. Попова, В.Т. Видовой состав и состояние интродуцентов Парка Победы г. Воронежа / В.Т. Попова, В.Д. Дорофеева, Ю.В. Чекменева [и др.] // Лесотех. журн. – 2019. – № 2. – С. 74–89.

149. Попова, В.Т. Оценка перспективности некоторых видов хвойных растений для интродукции в условиях Центрального Черноземья / В.Т. Попова, В.Д. Дорофеева, А.А. Попова // Тр. СПбНИИЛХ. – 2016. – № 4. – С. 89–97.
150. Прохоренко, Н.Б. Оценка жизненного состояния деревьев в урбанизированных условиях Казани / Н.Б. Прохоренко, Г.В. Демина, Д.Н. Мингазова // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2017. – Т. 19. – № 2. – С. 507–512.
151. Пугачёв, И.Н. Организация движения автомобильного транспорта в городах: учеб. пособие / И.Н. Пугачёв. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2005 – 196 с.
152. Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю.Г. Пузаченко. – М.: Академия, 2004. – 416 с.
153. Региональная флора: учеб.-метод. пособие для вузов / Сост. В.А. Агафонов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2015. – 51 с.
154. Савельева Е.Е. Качество почвенной среды центральной части г. Балашова / Е.Е. Савельева, М.В. Ларионов // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем. – Саратов: Саратов. источник, 2018. – С. 175–177.
155. Серебряков, И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника / под общ. ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. – М.-Л.: Наука, 1964. – Т. III. – С. 146-205.
156. Серебрякова, Н.Е. Санитарное состояние и декоративность древесных насаждений г. Нижнекамска / Н.Е. Серебрякова, Н.Н. Гаврицкова, Ю.В. Граница, Е.А. Медведкова // Рос. журн. приклад. экол. – 2015. – № 3. – С. 18–24.
157. Середя, Л.О. Геоэкологическая оценка техногенного загрязнения почвенного покрова города Воронежа: дис. ... к.г.н. / Л.О. Середя. – Воронеж, 2017. – 209 с.
158. Свиридова, И.К. Строение и свойства лесных почв правобережной поймы р. Хопра в пределах Хоперского заповедника / И.К. Свиридова, Е.Ф. Удодова // Дубравы Хоперского заповедника. Ч. I. Условия местопроизрастания насаждений. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1976. – С. 56–77.
159. Сидоренко, А.Н. Оценка жизненного состояния древесных растений города Уссурийска / А.Н. Сидоренко // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 7. – С. 166–174.
160. Сираева, И.С. Биоиндикационные исследования культурных ландшафтов (Новохоперский район Воронежской области) / И.С. Сираева, М.В. Ларионов // Наука и образование в XXI веке. Ч. I. – М., 2015. – С. 38–40.
161. Сираева, И.С. Интродукция древесных растений и кустарников на территории Воронежской области (на примере г. Новохоперска) // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем. – Саратов: Саратов. источник, 2015. – С. 221–226.

162. Славский, В.А. Комплексная оценка зимостойкости ореха грецкого в Воронежской области / В.А. Славский, М.П. Чернышов // Изв. СПбЛТА. – 2018. – №. 224. – С. 37–50.
163. Смоляк, Л.П. Тексты лекций по разделу «Экология растений» курса «Дендрология» для студ. / Л.П. Смоляк. – Минск: Изд-во БТИ, 1983, ч. 1. – 51 с.
164. Соколова, Т.А. Декоративное растениеводство. Древодводство: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Т.А. Соколова. – М.: Академия, 2004. – 352 с.
165. Сперанская, Н.Ю. Состав и жизненное состояние древесных насаждений г. Барнаула: автореф. ... к.б.н. / Н.Ю. Сперанская. – Барнаул, 2007. – 16 с.
166. Тагирова, О.В. Эколого-биологическая характеристика, состояние и перспективы использования древесных растений в насаждениях г. Уфы: дис. ... к.б.н. / О.В. Тагирова. – Оренбург, 2012. – 236 с.
167. Тахтаджян, А.Л. Флористические области Земли / А.Л. Тахтаджян – Л.: Наука, 1978. – 248 с.
168. Трегуб, А.И. Экзогенные геодинамические процессы: оценка, прогноз, мониторинг (на примере Воронежской области) / А.И. Трегуб, Б.В. Глушков, Н.А. Корабельников, Ю.А. Устищенко. – Воронеж, 1999. – 76 с.
169. Трегубов, О.В. Видовое разнообразие и состояние насаждений лесопарковой зоны в северном микрорайоне городского округа Воронеж / О.В. Трегубов, М.В. Кочергина, Е.С. Фурменкова, А.С. Припольцева // Лесотех. журн. – 2014. – Т. 4. – № 3. – С. 61–76.
170. Третьякова, Т.А. Анализ современного ландшафтно-экологического и планировочного состояния исторического бульвара в городской среде [Электрон. ресурс] / Т.А. Третьякова, О.Б. Сокольская // Усп. совр. естествозн. – 2016. – № 4. – С. 111–115. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35872> (дата обращения: 20.08.2019).
171. Успенский, К.В. Лесопатологические исследования зеленых насаждений города Воронежа / К.В. Успенский // Изв. ВГПУ. – 2013. – Т. 260. – № 1. – С. 245–250.
172. Устойчивое развитие муниципального образования: социально-экономико-географические аспекты (на примере Новохоперского муниципального района Воронежской области): монография; под общ. ред. проф. Яковенко Н.В. – М.: Перо, 2015. – 175 с.
173. Уфимцева, М.Д. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем Санкт-Петербурга: монография / М.Д. Уфимцева, Н.В. Терехина. – СПб.: Наука, 2005. – 339 с.
174. Ухваткина, О.Н. Оценка состояния городских насаждений на юге Дальнего Востока / О.Н. Ухваткина, Н.И. Денисов // Лесоведение. – 2010. – № 1. – С. 61–77.
175. Федорова, А.И. Древесные растения г. Воронежа (биоразнообразие и устойчивость) / А.И. Федорова, М.А. Михеева. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. – 100 с.

176. Цыганов, Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов. – М.: Наука, 1983. – 196 с.
177. Чеботарев, П.М. Оценка интенсивности деградации земель сельскохозяйственного назначения Воронежской области / П.М. Чеботарев, О.В. Спесивый // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6354> (дата обращения: 20.02.2020), свободный.
178. Чевердин, Ю.И. Закономерности изменения свойств почв юго-востока Центрального Черноземья под влиянием антропогенного воздействия: автореф. дис. ... д.б.н. / Ю.И. Чевердин. – Воронеж, 2009. – 42 с.
179. Чекмарев, П.А. Мониторинг кислотности пахотных почв Центрально-Черноземного района / П.А. Чекмарев, С.В. Лукин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 7. – С. 6–8.
180. Чернышенко, О.В. Особенности использования поглотительной способности древесных растений в современных фитотехнологиях / О.В. Чернышенко // Лес. вестн. – 2018. – Т. 22. – № 4. – С. 92–98.
181. Чернышенко, О.В. Особенности минерального питания хвойных древесных растений на промышленных отвалах Егорьевского месторождения фосфоритов / О.В. Чернышенко, С.Б. Васильев // Лес. вестн. – 2019. – Т. 23. – № 5. – С. 46–53.
182. Чернышенко, О.В. Поглотительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города / О.В. Чернышенко. – М.: МГУЛ, 2002. – 120 с.
183. Шеляг-Сосонко, Ю.Р. Системный подход к изучению флоры / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Я.П. Дидух // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики: материалы II рабочего совещания по сравнительной флористике. – Л.: Наука, 1983. – С. 30–36.
184. Шенников, А.П. Введение в геоботанику / А.П. Шенников. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 448 с.
185. Шихова, Н.С. Деревья и кустарники в озеленении города Владивостока / Н.С. Шихова, Е.В. Полякова. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 236 с.
186. Шихова, Н.С. Мониторинг состояния кустарниковых насаждений в условиях убоэко систем / Н.С. Шихова // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока: материалы междунар. конф. (Владивосток, 5–7 июня 2001 г.). – Владивосток: Дальнаука, 2001. – С. 181–182.
187. Шихова, Н.С. Оценка жизненного состояния и устойчивости видов в озеленении Владивостока / Н.С. Шихова, Е.В. Полякова // Бюл. ГБС. – 2003. – № 185. – С. 14–27.

188. Шихова, Н.С. Устойчивость дендрофлоры урбофитоценозов Владивостока к вредителям, болезням и неблагоприятным факторам среды / Н.С. Шихова, Е.В. Полякова // Вестн. ДВО РАН. – 2011. – № 4. – С. 49–57.
189. Шихова, Н.С. Экологическое состояние парковых фитоценозов г. Владивосток: опыт комплексной оценки / Н.С. Шихова // Вестн. ДВО РАН. – 2010. – № 4. – 97–106.
190. Шкараба, Е.М. Деревья и кустарники Прикамья: определитель-справочник. – Пермь: Кн. мир, 2003. – 184 с.
191. Якубов, Х.Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений в крупном городе (на примере г. Москвы): дис. ... д.б.н. / Х.Г. Якубов. – М., 2006. – 284 с.
192. Якушина, Э.И. Древесные растения и городская среда // Древесные растения, рекомендуемые для озеленения Москвы; под ред. Л.С. Плотниковой. – М.: Наука, 1990. – С. 5–13.
193. Approaches to Water Sensitive Urban Design: Potential, Design, Ecological Health, Urban Greening, Economics, Policies, and Community Perceptions: eds. A. Sharma, T. Gardner, D. Begbie. – Elsevier, 2019. – 606 p.
194. Bassuk, N. Environmental stress in street trees / N. Bassuk, T. Whitlow // Arboricultural journal. – 1988. – V. 12. – № 2. – P. 195–201.
195. Beatley, T. Green Cities of Europe: Global Lessons on Green Urbanism / T. Beatley, L. Laurian. – Washington: Island Press, 2012. – 248 p.
196. Beatley, T. Handbook of Biophilic City Planning & Design / T. Beatley. – Washington: Island Press, 2016. – 254 p.
197. Cimellaro, G.P. Urban Resilience for Emergency Response and Recovery: Fundamental Concepts and Applications / G.P. Cimellaro. – Berlin: Springer, 2016. – 535 p.
198. Eco-city Planning: Policies, Practice and Design; eds. T.C. Wong, B. Yuen. – Berlin: Springer, 2011. – 295 p.
199. Etingoff, K. Urban Ecology: Strategies for Green Infrastructure and Land Use / K. Etingoff. – Boca Raton: CRC Press, 2015. – 366 p.
200. Forman, R. Towns, Ecology, and the Land / R. Forman. – New York: Cambridge University Press, 2019. – 606 p.
201. Forman, R. Urban Ecology: Science of Cities / R. Forman. – New York: Cambridge University Press, 2014. – XIV. – 464 p.
202. Gorelov, A.M. Vitality of woody plants (determination, criteria and estimation) / A.M. Gorelov, A.A. Gorelov // Visn. of Lviv Univ. Biol. ser. – V. 76. – 2017. – P. 105–111.

203. Gorelova, S.V. Revitalization of urban ecosystems through vascular plants: preliminary results from the BSEC-PDF project / S.V. Gorelova, M.V. Frontasyeva, L. Yurukova [et al.] // *Agrochimica*. – 2011. – V. 55, No 2. – P. 65–84.
204. *Green Buildings in the U.S. and China: Development and Policy Comparisons*; ed. B. Forester. – New York: Nova Science, 2015. – 139 p.
205. *Green Roof Ecosystems*; ed. R.K. Sutton. – Berlin: Springer, 2015. – 447 p.
206. Hruska J. Relationship between Norway spruce status and soil water base cations / aluminum ratios in the Czech republic / J. Hruska, P. Cudlin, P. Kram // *Water, Air, and Soil Pollution: Focus*. 2001. – V. 130, No 1–4. – P. 983–988.
207. Hellstorm, A. Uptake of airborne organic pollutants in pine needles: Geographical and seasonal variations: doctoral thesis / A. Hellstorm. – Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2003. – 40 p.
208. Huttunen, S. Effects of air-borne pollutants on the surface wax structure of *Pinus sylvestris* needles / S. Huttunen, K. Laine // *Ann. Bot. Fenn.* – 1983. – V. 20. – P. 79–86.
209. Ioos, R. Fast and reliable molecular methods to detect fungal pathogens in woody plants / R. Ioos, A. Santini, N. Luchi // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2020. – P. 1–16. – Doi: 10.1007/s00253-020-10395-4.
210. Ivanchenko, O.E. Indication of the condition of woody plants of parks in Dnipropetrovsk on morpho-physiological indexes / O.E. Ivanchenko, V.P. Bessonova // *Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol.* – 2016. – V. 24. – P. 109–118.
211. Jim, C.Y. Managing urban trees and their soil envelopes in a contiguously developed city environment / C.Y. Jim // *Environmental Management*. – 2001. – V. 28. – № 6. – P. 819–832.
212. Kohyama, T. The role of Architecture in Enchanting Plant Species Diversity Biodiversity / T. Kohyama // *Ecological Perspective*, N. Y. Springer-Verlag. – 1997. – P. 21–33.
213. Kostić, S. Preliminary Results of 30 Common Tree Species Tolerance to Urban Environment, Case Study Two Parks in Novi Sad (Serbia) / S. Kostić, I. Đorđević, M. Kovač, A. Vranić // 10th CASEE Conference (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 12–15 June 2019). – 2019. – URL:
https://www.researchgate.net/publication/331843175_Preliminary_Results_of_30_Common_Tree_Species_Tolerance_to_Urban_Environment_Case_Study_Two_Parks_in_Novi_Sad_Serbia (дата обращения: 5.02.2020), свободный.
214. Larionov, M.V. Ecological and aesthetic significance of an autotrophic component of artificial ecosystems in ensuring of the environmental comfort and the public health protection / M.V. Larionov, N.V. Larionov, I.S. Siraeva [et al.] // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – V. 421, No. 8. – P. 1–5. – Doi: 10.1088/1755-1315/421/8/082002.

215. Lindfield, M. *Green Cities* / M. Lindfield, F. Steinberg. – Lpz.: ADB, 2012. – 428 p.
216. Lyubenova, M. *Model Study of Urban Plant-Soil Complex in Dragalevtzi Experimental Base, Sofia University “Kl. Ohridski”* / M. Lyubenova, M. Grozeva, N. Georgieva [et al.] // *International Journal of Ecological Science and Environmental Engineering*. – 2016. – V. 3, No 3. – P. 52–67.
217. Mann, M. *It's easy being green* / M. Mann. – Chichester: Summerdale Publishers Ltd., 2007. – 127 p.
218. McDonnell, M.J. *Ecology of Cities and Towns: A Comparative Approach* / M.J. McDonnell, A.K. Hahs, Jr.H. Breuste. – Cambridge: Cambridge University Press, 2009. – 736 p.
219. Nikolaevskii V.S. *Nov concept of enviromental monitoring and natural conservation* / V.S. Nikolaevskii, Kh.G. Yakubov // *Problems of today in bionidication and biomonitoring*. – Syktyvkar, 2003. – P. 71–75.
220. Niemelä, J. *Urban Ecology: Patterns, Processes, and Applications* / J. Niemelä, J.H. Breuste. – Chippenham: Oxford University Press, 2011. – 392 p.
221. Nobel, P.S. *Physicochemical and environmental plant physiology* / P.S. Nobel. – San Diego: Acad. Press, 1999. – 474 p.
222. Olsen, M.W. *Diseases of Urban Plants in Arizona* / M.W. Olsen. – Tucson: Cooperative Extension College of Agriculture and Life Sciences & The University of Arizona Publ., 1999. – 29 p.
223. Parris, K.M. *Ecology of Urban Environments* / K.M. Parris. – New York: Wiley, 2016. – 224 p.
224. Penev, L. *Ecology of the City of Sofia. Species and Communities in an Urban Environment* / L. Penev, L. Niemela, D.J. Kotze. – Sofia-Moscow: Pensoft, 2004. – 456 p.
225. *Perspectives in Urban Ecology: Ecosystems and Interactions between Humans and Nature in the Metropolis of Berlin*; ed. W. Endlicher. – Berlin: Springer, 2011. – 367 p.
226. Rawson, H.M. *Plant life and air pollution* / H.M. Rawson, C.L. Graven // *Austral. J. Bot.* 1975. – V. 23. – № 2. – P. 253–261.
227. Roy, R. *Stress physiology of woody plant* / R. Roy. – Boca Raton: CRC Press, 2019. – 284 p.
228. Schulze, E.-D. *Plant Ecolog* / E.-D. Schulze, E. Beck, K. Muller-Hohenstein. – Berlin: Springer, 2002. – 702 p.
229. Straigyte, L. *Diversity and Condition of Woody Plants in Raseiniai Green Areas* / L. Straigyte, R. Zalkauskas, M. Pilkauskas, J. Sasnauskiene // *Rural development 2009: the fourth international scientific conference, At Akademija, Kaunas region, Lithuania: proceedings*. – Akademija: Lithuanian University of Agriculture. – 2009. – V. 4. – P. 201–204.

230. Trowbridge P. *Trees in the Urban Landscape: Site Assessment, Design and Installation* / P. Trowbridge, N. Bassuk. – New York, 2004. – 207 p.
231. *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*; eds. T. Elmqvist, M. Fragkias, Ju. Goodness [et al.]. – Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer, 2013. – 771 c.
232. *Urban Pollution: Science and Management*; eds. S. Charlesworth, C. Booth. – Chichester: Wiley-Blackwell, 2019. – 446 p.
233. *Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature*; eds. J. Marzluff [et al.]. – Berlin: Springer, 2008. – 828 p.
234. Zeqir, V. Decorative woody, and bushy plants, and their ecological vitality in two urban areas of Kosovo Prizren and Gjilan / V. Zeqir // *Albania Journal of Natural and Technical Sciences*. – 2005. – V. 17. – P. 73–79.

**Биоэкологические характеристики состава древесных растений
в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья**

Таблица 1.1 – Видовой состав, жизненные формы и экологические группы
древесных растений в урбоэкосистемах (2019 г.)

№ п/п	Виды растений	Жизненные формы	Экологические группы			
			В ¹	Т ²	С ³	Т ⁴
Род <i>Acer</i> L.						
1.	<i>Acer campestre</i> L. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мк	Мт	Фг	Т/Ум
2.	<i>A. negundo</i> L. ^{1,4}	летнезеленое древесное растение выше 10 м	Мз	Мт	Фг	Вх/М
3.	<i>A. platanoides</i> L. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Фг	Х/М
4.	<i>A. saccharinum</i> L. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Фг	Ст/М
5.	<i>A. tataricum</i> L. ^{1,4}	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Фг	Ст/У м
Род <i>Aesculus</i> L.						
6.	<i>Aesculus hippocastanum</i> L. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
Род <i>Alnus</i> Mill.						
7.	<i>Alnus glutinosa</i> L. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Гг	Мт	Фг	Х/М
8.	<i>A. incana</i> (L.) Moench. ¹	летнезеленое дерево выше 10 м	Гг	Мт	Фг	Ст/М
Род <i>Amelanchier</i> Medik.						
9.	<i>Amelanchier canadensis</i> (L.) Medik. ^{1,4}	летнезеленый кустарник выше 2 м	Км	Мт	Фг	Х/М
Род <i>Amorpha</i> L.						
10.	<i>Amorpha fruticosa</i> L. ^{1,4}	летнезеленый кустарник выше 2 м	Км	Мт	Г	Т/М
Род <i>Amygdalus</i> L.						
11.	<i>Amygdalus nana</i> L. ^{1,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Т/М
12.	<i>A. triloba</i> (Lindl.) Ricker ^{1,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Т/М
Род <i>Aristolochia</i> L.						
13.	<i>Aristolochia clematitis</i> L. ^{1,4}	летнезеленая лиана	Мз	Эг	Фг	Т/Ум
Род <i>Armeniaca</i> Mill.						
14.	<i>Armeniaca manshurica</i> Maxim. ^{1,4}	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Г	Т/М
15.	<i>A. vulgaris</i> Lam. ^{1,4}	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Г	Т/М
Род <i>Aronia</i> Medik.						
16.	<i>Aronia mitschurinii</i> A. Skvors. et Maytulina ^{1,4}	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Х/М
Род <i>Berberis</i> L.						
17.	<i>Berberis sieboldii</i> Miq. ^{1,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Кс	Мт	Г	Х/М
18.	<i>B. thunbergii</i> DC ^{1,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Х/М
19.	<i>B. vulgaris</i> L. ^{1,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Х/М
Род <i>Betula</i> L.						
20.	<i>Betula alba</i> L. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Вх/О м

21.	<i>B. pendula</i> Roth ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Вх/О м
Род <i>Buddleja</i> L.						
22.	<i>Buddleja alternifolia</i> Maxim. ¹	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Т/УМ
Род <i>Buxus</i> L.						
23.	<i>Buxus sempervirens</i> L. ¹	вечнозеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Т/УМ
Род <i>Campis</i> Lour.						
24.	<i>Campis radicans</i> L. ¹	летнезеленая лиана до 15 м	Мз	Эт	Г	От/У м
Род <i>Caragana</i> Lam.						
25.	<i>Caragana arborescens</i> Lam. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Кс	От	Г	Т/М
Род <i>Catalpa</i> Scop.						
26.	<i>Catalpa speciosa</i> Walt. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Гм	Мт	Г	Т/УМ
Род <i>Cerasus</i> Jass.						
27.	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Г	Т/М
28.	<i>C. serrulata</i> Lindl. ^{1,4}	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Г	Т/М
29.	<i>C. tomentosa</i> (Thunb.) Wall. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Г	Ст/М
30.	<i>C. vulgaris</i> Mill. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Г	Ст/М
Род <i>Cercis</i> L.						
31.	<i>Cercis canadensis</i> L. ^{1,4}	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Г	Т/М
Род <i>Chamaecytisus</i> Link						
32.	<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> Klask ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник до 1 м	Кс	Мт	Г	Х/УМ
Род <i>Clematis</i> L.						
33.	<i>Clematis jackmanii</i> T. Moore ¹⁻⁴	летнезеленая деревянистая лиана до 10 м	Мз	Мт	Г	Т/УМ
34.	<i>C. viticella</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленая деревянистая лиана до 10 м	Мз	От	Г	Т/УМ
Род <i>Cornus</i> L.						
35.	<i>Cornus alba</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Т/М
36.	<i>C. mas</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Т/М
37.	<i>C. sanguinea</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Фг	Т/М
Род <i>Corylus</i> L.						
38.	<i>Corylus avellana</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Фг	Х/М
Род <i>Cotinus</i> Mill.						
39.	<i>Cotinus coggigria</i> Scop. ^{1,3,4}	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Т/УМ
Род <i>Cotoneaster</i> Medik.						
40.	<i>Cotoneaster horizontalis</i> Decne ^{1,2,4}	летнезеленый кустарник до 1 м	Кс	От	Фг	Т/М
41.	<i>C. lucidus</i> Schlecht. ^{1,2,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Кс	От	Фг	Т/М
Род <i>Crataegus</i> L.						
42.	<i>Crataegus monogina</i> Jacq. ¹	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Т/М
43.	<i>C. oxyacantha</i> L. ^{1,3,4}	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Т/М
44.	<i>C. sanguinea</i> Pall. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Фг	Т/М
Род <i>Cydonia</i> Mill.						
45.	<i>Cydonia oblonga</i> Mill. ^{1,4}	летнезеленое дерево до 10 м	Мк	Мт	Г	Т/НМ
Род <i>Elaeagnus</i> L.						

46.	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Фг	Т/Ум
47.	<i>E. commutata</i> Bernh. et Rydb. ¹	летнезеленый кустарник выше 2 м	Кс	От	Г	Т/Ум
Род <i>Euonymus</i> L.						
48.	<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.) Sieb. ^{1,4}	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Ст/М
49.	<i>E. europaea</i> L. ^{1,2,4}	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Ст/М
50.	<i>E. verrucosa</i> ¹	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Ст/М
Род <i>Flangula</i> Mill.						
51.	<i>Flangula alnus</i> Mill. ¹	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Фг	Ст/М
Род <i>Forsythia</i> Vahl.						
52.	<i>Forsythia sieboldii</i> Vahl. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Фг	Т/М
Род <i>Fraxinus</i> L.						
53.	<i>Fraxinus americana</i> L. ¹	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
54.	<i>F. excelsior</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Км	Мт	Г Фг	Ст/М
55.	<i>F. lanceolata</i> Borkh. ^{1,2,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
56.	<i>F. pennsylvanica</i> Marsh. ^{1,2,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
Род <i>Gleditsia</i> J.Clayton						
57.	<i>Gleditsia tricanthos</i> L. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/Ум
Род <i>Grossularia</i> Mill.						
58.	<i>Grossularia reclinata</i> (L.) Mill. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Фг	Х/М
Род <i>Hydrangea</i> L.						
59.	<i>Hydrangea arborescens</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Ст/Н м
60.	<i>H. paniculata</i> Sieb. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник до 1 м	Мз	Мт	Г	Ст/Н м
Род <i>Hyppophae</i> L.						
61.	<i>Hyppophae rhamnoides</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Гм	Мт	Г	Т/М
Род <i>Juniperus</i> L.						
62.	<i>Juniperus communis</i> L. ¹⁻⁴	вечнозеленый кустарник выше 2 м	Кс	От	Фг	Вх/О м
63.	<i>J. horizontalis</i> L. ^{1,4}	вечнозеленый кустарник до 1 м	Кс	Мт	Г	Вх/М
64.	<i>J. sabina</i> L. ¹⁻⁴	вечнозеленый кустарник 1–2 м	Кс	Мт	Г	Вх/М
Род <i>Juglans</i> L.						
65.	<i>Juglans mandshurica</i> Maxim. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Ст/М
66.	<i>J. regia</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Эт	Г	Т/Ум
Род <i>Larix</i> Mill.						
67.	<i>Larix deciduas</i> Mill. ^{1,4}	вечнозеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Вх/О м
68.	<i>L. sibirica</i> Ledeb. ^{1,4}	вечнозеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Вх/О
Род <i>Ligustrum</i> L.						
69.	<i>Ligustrum vulgare</i> L. ^{1,2,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Фг	Х/Ум
Род <i>Lonicera</i> L.						
70.	<i>Lonicera brownie</i> L. ^{1,4}	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Х/М
71.	<i>L. caprifolium</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленая деревянистая лиана до 10 м	Мз	Эт	Фг	Х/М/ -
72.	<i>L. chrysantha</i> Turcz. ¹⁻³	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Х/М
73.	<i>L. tatarica</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Х/М

Род <i>Mahonia</i> Nutt.						
74.	<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt. ^{1,2,4}	вечнозеленый кустарник до 1 м	Мз	Мт	Г	Т/М
Род <i>Malus</i> P. Mill.						
75.	<i>Malus domestica</i> Borkh ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Т/М
76.	<i>M. praecox</i> (Pall.) Borkh. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Т/М
77.	<i>M. sylvestris</i> (L.) Mill. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Т/М
Род <i>Morus</i> L.						
78.	<i>Morus alba</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	ФГ	Т/УМ
79.	<i>M. nigra</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	ФГ	Т/УМ
Род <i>Padus</i> Mill.						
80.	<i>Padus avium</i> Mill. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Гм	Мт	Г	Х/М
81.	<i>P. maackii</i> (Rupr.) Kom. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
82.	<i>P. virginiana</i> (L.) Mill. ¹⁻³	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
Род <i>Parthenocissus</i> Planch						
83.	<i>Parthenocissus inserta inserta</i> (A. Kerner) Fritsch. ¹⁻⁴	летнезеленая деревянистая лиана выше 10 м	Мз	Мт	Г	Т/УМ
84.	<i>P. quinquefolia</i> (L.) Planch. ¹⁻⁴	летнезеленая деревянистая лиана выше 10 м	Мз	Мт	Г	Т/УМ
Род <i>Persica</i> Mill.						
85.	<i>Persica vulgaris</i> Mill. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Т/УМ
Род <i>Physocarpus</i> Maxim.						
86.	<i>Physocarpus capitata</i> (Pursh) Ktze. ^{1,4}	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Х/М
87.	<i>P. opulifolius</i> (L.) Maxim. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Х/М
Род <i>Picea</i> A. Dietr.						
88.	<i>Picea abies</i> (L.) Karst. ¹⁻⁴	вечнозеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
89.	<i>P. glauca</i> L. ^{1,4}	вечнозеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
90.	<i>P. obovata</i> Ledeb. ¹⁻⁴	вечнозеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
91.	<i>P. pungens</i> Engelm. ¹⁻⁴	вечнозеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
Род <i>Pinus</i> L.						
92.	<i>Pinus sylvestris</i> L. ¹⁻⁴	вечнозеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Вх /М
93.	<i>P. strobus</i> L. ^{1,4}	вечнозеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
Род <i>Philadelphus</i> L.						
94.	<i>Philadelphus coronarius</i> L. ¹	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Т/УМ
95.	<i>Ph. pubescence</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Т/УМ
Род <i>Populus</i> L.						
96.	<i>Populus alba</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Гг	Мт	Г	Х/М
97.	<i>P. balsamifera</i> L. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Вх/О
98.	<i>P. bolleana</i> Lauche ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Вх/М
99.	<i>P. laurifolia</i> Ledeb. ¹	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Вх/М
100.	<i>P. nigra</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Гг	Мт	Г	Х/М
101.	<i>P. pyramidalis</i> Rozier ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Т/М
102.	<i>P. tremula</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Вх/О м
Род <i>Prunus</i> L.						
103.	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М

104.	<i>P. domestica</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево до 10 м	Мк	Мт	Г	Х/М
105.	<i>P. spinosa</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Х/М Ж
Род <i>Pseudotsuga</i> Carr.						
106.	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco ^{1,4}	вечнозеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Т/Ум
Род <i>Pyrus</i> L.						
107.	<i>Pyrus communis</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
Род <i>Quercus</i> L.						
108.	<i>Quercus robur</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Эт	Г	Ст/М
109.	<i>Q. rubra</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Эт	Г	Ст/М
Род <i>Ribes</i> L.						
110.	<i>Ribes aureum</i> Pursh ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Фг	Х/М
111.	<i>R. nigrum</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мг	ММт	Фг	Х/М
112.	<i>R. niveum</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Фг	Х/М
113.	<i>R. rubrum</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Фг	Х/М
Род <i>Rhus</i> L.						
114.	<i>Rhus typhina</i> L. ^{1,2,4}	летнезеленое дерево до 10 м	Кс	Мт	Г	Х/Ум
Род <i>Robinia</i> L.						
115.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Кс	Мт	Г	Т/Ум
116.	<i>R. viscosa</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Т/М
Род <i>Rosa</i> L.						
117.	<i>Rosa canina</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Х/Ум
118.	<i>R. hybrida bifera</i> ^{1,2,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Ст/М
119.	<i>R. floribunda</i> ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Ст/М
120.	<i>R. majalis</i> Herrm. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Ст/М /Ж
121.	<i>R. polyantha</i> ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Ст/М
122.	<i>R. rugosa</i> Thunb. ^{1,2,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Ст/М
Род <i>Rubus</i> L.						
123.	<i>Rubus caesius</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Фг	Х/М
124.	<i>R. idaeus</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Х/М
Род <i>Salix</i> L.						
125.	<i>Salix alba</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
126.	<i>S. acutifolia</i> Willd. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
127.	<i>S. caprea</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево до 10 м	Гм	От	Г	Вх/М
128.	<i>S. cinerea</i> L. ^{1,4}	летнезеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Фг	Х/М
129.	<i>S. fragilis</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Гг	От	Г	Х/М
130.	<i>S. matsudana</i> L. ^{1,3,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Гг	От	Г	Т/М
131.	<i>S. purpurea</i> L. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Гг	От	Г	Ст/М
Род <i>Sambucus</i> L.						
132.	<i>Sambucus nigra</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Гм	ММт	Фг	Х/Ом
133.	<i>S. racemosa</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Эт	Фг	Х/Ом
Род <i>Schisandra</i> Michx.						
134.	<i>Schisandra chinensis</i> Tutcz ^{1,2,4}	летнезеленая деревянистая лиана выше 10 м	Мз	Мт	Фг	Т/М
Род <i>Sorbaria</i> A. Braun						
135.	<i>Sorbaria sorbifolia</i> A. Br. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мг	Эт	Фг	Т/М
Род <i>Sorbus</i> L.						
136.	<i>Sorbus aria</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Эт	Г	Х/М
137.	<i>S. aucuparia</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	ММт	Г	Х/М
138.	<i>Sorbus intermedia</i> (Ehrh.) Pers. ^{1,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М

Род <i>Spiraea</i> L.						
139.	<i>Spiraea cinerea</i> "Grefsheim" ¹	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Ст/Ум
140.	<i>S. crenata</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Фг	Ст/Ум
141.	<i>S. salicifolia</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Ст/Уз
Род <i>Syringa</i> L.						
142.	<i>Syringa josikaea</i> J.Jacq. ex Rehb. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Т/М
143.	<i>S. vulgaris</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Т/М
144.	<i>S. microphylla</i> Diels ^{1,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Т/М
Род <i>Symphoricarpos</i> Duham.						
145.	<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) S.F. Blake ^{1,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Х/М
146.	<i>S. orbiculatus</i> Moench. ^{1,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Х/М
Род <i>Tamarix</i> L.						
147.	<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb. ^{1,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мк	От	Г	Т/М
Род <i>Taxus</i> L.						
148.	<i>Taxus baccata</i> L. ^{1,4}	вечнозеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Фг	Х/Ум
Род <i>Thuja</i> L.						
149.	<i>Thuja occidentalis</i> L. ¹⁻⁴	вечнозеленое дерево до 10 м	Мз	Мт	Фг	Х/М
Род <i>Tilia</i> L.						
150.	<i>Tilia cordata</i> Mill. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Фг	Х/М
151.	<i>T. platyphyllos</i> Scop. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Фг	Ст/Ум
Род <i>Ulmus</i> L.						
152.	<i>Ulmus minor</i> Mill. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Мт	Г	Х/М
153.	<i>U. glabra</i> Huds. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мз	Эт	Г	Х/М
154.	<i>U. laevis</i> Pall. ¹⁻⁴	летнезеленое дерево выше 10 м	Мк	Мт	Фг	Х/М
155.	<i>U. pumila</i> L. ^{1,3,4}	летнезеленое дерево выше 10 м	Км	Мт	Г	Х/М
Род <i>Viburnum</i> L.						
156.	<i>Viburnum opulus</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мг	Мт	Фг	Т/М
157.	<i>V. opulus</i> "Roseum" ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Гм	Мт	Фг	Т/М
158.	<i>V. lantana</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник выше 2 м	Мз	Мт	Г	Т/М
159.	<i>V. lentago</i> L. ^{1,4}	летнезеленый кустарник выше 2 м	Гг	Мт	Фг	Т/М
Род <i>Vitis</i> L.						
160.	<i>Vitis vinifera</i> L. ¹⁻⁴	летнезеленая деревянистая лиана выше 10 м	Мз	Мт	Г	От/Нм
Род <i>Weigela</i> Thunb.						
161.	<i>Weigela florida</i> (Bunge) A. DC. ^{1,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Т/М
162.	<i>W. praecox</i> (Lemoine) Beily ¹⁻⁴	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Т/М
163.	<i>W. hybrida</i> L. ^{1,2,4}	летнезеленый кустарник 1–2 м	Мз	Мт	Г	Т/М

Примечание: ¹ – г. Новохоперск, ² – г. Поворино, ³ – п. г. т. Грибановский, ⁴ – г. Борисоглебск; В¹ (экологические группы растений по отношению к увлажненности почвы): Гг – гигрофиты, Гм – гигромезофит, Мг – мезогигрофит, Мз – мезофит, Мк – мезоксерофит, Км – ксеромезофит, Кс – ксерофит; Т² (экологические группы растений по отношению к почвенному плодородию): Эт – эутроф, Мт – мезотроф, От – олиготроф; Мгт – мегатроф, Ммт – мегамезотроф; С³ (экологические группы растений по отношению к условиям освещения): Г – гелиофит, Фг – факультативный гелиофит; Т⁴ (экологические группы растений по отношению к

температурному фактору): Вх – вполне холодостойкое растение, Х – холодостойкое, Ст – сравнительно теплолюбивое, Т – теплолюбивое, От – очень теплолюбивое; Ом – очень морозостойкое, М – морозостойкое, Ум – умеренно морозостойкое, Нм – неморозостойкое растение.

Таблица 1.2 – Спектр ведущих семейств представителей древесных насаждений
г. Новохоперск (2011–2019 гг.)

№	Семейства	Число видов			Число родов		
		№ в спектре	абс.	доля, %	№ в спектре	абс.	доля, %
1	Rosaceae	1	44	27	1	19	25,3
2	Caprifoliaceae	2	15	9,2	3	5	6,6
3	Salicaceae	3	14	8,6	7-12	2	2,7
4	Pinaceae	4-5	9	5,5	4-5	4	5,3
5	Oleaceae	4-5	9	5,5	4-5	4	5,3
6	Fabaceae	6	7	4,4	2	6	8
7	Aceraceae	7-9	5	3,1	13	1	1,3
8	Betulaceae	7-9	5	3,1	6	3	4
9	Grossulariaceae	7-9	5	3,1	7-12	2	2,7
10	Cupressaceae	10-14	4	2,4	7-12	2	2,7
11	Berberidaceae	10-14	4	2,4	7-12	2	2,7
12	Hydrangeaceae	10-14	4	2,4	7-12	2	2,7
13	Ulmaceae	10-14	4	2,4	7-12	2	2,7
14	Остальные	15-33	34	20,9	12-30	21	28

Таблица 1.3 – Спектр ведущих семейств представителей древесных насаждений
г. Борисоглебск (2011–2019 гг.)

№	Семейства	Число видов			Число родов		
		№ в спектре	абс.	доля, %	№ в спектре	абс.	доля, %
1	Rosaceae	1	41	27,5	1	19	27,1
2	Caprifoliaceae	2	14	9,4	3	5	7,1
3	Salicaceae	3	13	8,7	7-11	2	2,9
4	Pinaceae	4	9	6	4-5	4	5,7
5	Oleaceae	5	8	5,4	4-5	4	5,7
6	Fabaceae	6	7	4,7	2	6	8,6
7	Aceraceae	7-9	5	3,4	12-15	1	1,4
8	Betulaceae	7-9	5	3,4	6	3	4,3
9	Grossulariaceae	7-9	5	3,4	7-11	2	2,9
10	Cupressaceae	10-12	4	2,7	7-11	2	2,9
11	Berberidaceae	10-12	4	2,7	7-11	2	2,9
12	Ulmaceae	10-12	4	2,7	12-15	1	1,4
13	Cornaceae	13-15	3	2	12-15	1	1,4
14	Hydrangeaceae	13-15	3	2	7-11	2	2,9
16	Остальные	16-35	24	16	16-31	16	22,8

Таблица 1.4 – Спектр ведущих семейств представителей древесных насаждений

п. г. т. Грибановский (2011–2019 гг.)

№	Семейства	Число видов			Число родов		
		№ в спектре	абс.	доля, %	№ в спектре	абс.	доля, %
1	Rosaceae	1	28	27,3	1	16	29,1
2	Caprifoliaceae	2-3	10	9,7	2-3	4	7,3
3	Salicaceae	2-3	10	9,7	5-9	2	3,6
4	Fabaceae	4-5	5	4,8	2-3	4	7,3
5	Grossulariaceae	4-5	5	4,8	5-9	2	3,6
6	Ulmaceae	6-8	4	3,9	10-14	1	1,8
7	Pinaceae	6-8	4	3,9	5-9	2	3,6
8	Oleaceae	6-8	4	3,9	4	3	5,5
9	Cupressaceae	9-13	3	2,9	5-9	2	3,6
10	Aceraceae	9-13	3	2,9	10-14	1	1,8
11	Cornaceae	9-13	3	2,9	10-14	1	1,8
12	Hydrangeaceae	9-13	3	2,9	5-9	2	3,6
13	Vitaceae	9-13	3	2,9	10-14	1	1,8
	Остальные	14-31	18	17,5	15-34	14	25,6

Таблица 1.5 – Спектр ведущих семейств представителей древесных насаждений

г. Поворино (2011–2019 гг.)

№	Семейства	Число видов			Число родов		
		№ в спектре	абс.	доля, %	№ в спектре	абс.	доля, %
1	Rosaceae	1	31	28,3	1	16	27
2	Caprifoliaceae	2	11	10	2	5	8,4
3	Salicaceae	3	9	8,3	6-11	2	3,4
4	Oleaceae	4	7	6,4	3-4	4	6,8
5	Fabaceae	5-6	5	4,5	3-4	4	6,8
6	Grossulariaceae	5-6	5	4,5	6-11	2	3,4
7	Pinaceae	7	4	3,6	6-11	2	3,4
8	Cupressaceae	8-15	3	2,7	6-11	2	3,4
9	Aceraceae	8-15	3	2,7	12-15	1	1,8
10	Berberidaceae	8-15	3	2,7	6-11	2	3,4
11	Betulaceae	8-15	3	2,7	5	3	5,0
12	Cornaceae	8-15	3	2,7	12-15	1	1,8
13	Hydrangeaceae	8-15	3	2,7	6-11	2	3,4
14	Ulmaceae	8-15	3	2,7	12-15	1	1,8
15	Остальные	16-29	17	15,5	16-26	13	21,6

Таблица 1.6 – Спектр ведущих родов представителей древесных насаждений

г. Новохоперск (2011–2019 гг.)

№	Роды	Число видов		
		№ в спектре	абс.	доля, %
1	<i>Populus</i>	1-2	7	4,2
2	<i>Salix</i>	1-2	7	4,2

3	<i>Rosa</i>	3	6	3,6
4	<i>Acer</i>	4	5	3,0
5	<i>Picea</i>	5-10	4	2,5
6	<i>Lonicera</i>	5-10	4	2,5
7	<i>Viburnum</i>	5-10	4	2,5
8	<i>Ribes</i>	5-10	4	2,5
9	<i>Fraxinus</i>	5-10	4	2,5
10	<i>Ulmus</i>	5-10	4	2,5
	Итого:		49	30
	Всего:		163	100

Таблица 1.7 – Спектр ведущих родов представителей древесных насаждений
г. Борисоглебск (2011–2019 гг.)

№	Роды	Число видов		
		№ в спектре	абс.	доля, %
1	<i>Salix</i>	1	7	4,7
2	<i>Rosa</i>	2-3	6	4,0
3	<i>Populus</i>	2-3	6	4,0
4	<i>Acer</i>	4	5	3,3
5	<i>Picea</i>	5-10	4	2,7
6	<i>Viburnum</i>	5-10	4	2,7
7	<i>Ribes</i>	5-10	4	2,7
8	<i>Cerasus</i>	5-10	4	2,7
9	<i>Ulmus</i>	5-10	4	2,7
10	<i>Prunus</i>	5-10	4	2,7
	Итого:		48	32,2
	Всего:		149	100

Таблица 1.8 – Спектр ведущих родов представителей древесных насаждений
п. г. т. Грибановский (2011–2019 гг.)

№	Роды	Число видов		
		место	N	%
1	<i>Populus</i>	1-2	5	4,8
2	<i>Salix</i>	1-2	5	4,8
3	<i>Rosa</i>	3-5	4	3,9
4	<i>Ribes</i>	3-5	4	3,9
5	<i>Ulmus</i>	3-5	4	3,9
6	<i>Picea</i>	6-10	3	2,9
7	<i>Acer</i>	6-10	3	2,9
8	<i>Cornus</i>	6-10	3	2,9
9	<i>Cerasus</i>	6-10	3	2,9
10	<i>Prunus</i>	6-10	3	2,9
	Итого:		37	35,8
	Всего:		103	100

Таблица 1.9 – Спектр ведущих родов представителей древесных насаждений
г. Поворино (2011–2019 гг.)

№	Роды	Число видов		
		место	N	%
1	<i>Rosa</i>	1	6	5,6
2	<i>Populus</i>	2	5	4,5
3	<i>Salix</i>	3-4	4	3,7
4	<i>Ribes</i>	3-4	4	3,7
5	<i>Picea</i>	5-10	3	2,7
6	<i>Acer</i>	5-10	3	2,7
7	<i>Cornus</i>	5-10	3	2,7
8	<i>Fraxinus</i>	5-10	3	2,7
9	<i>Prunus</i>	5-10	3	2,7
10	<i>Ulmus</i>	5-10	3	2,7
	<i>Итого:</i>		37	33,7
	<i>Всего:</i>		110	100

Таблица 1.10 – Спектр ведущих семейств адвентивного компонента
древесных насаждений Воронежского Прихоперья (2011–2019 гг.)

№ п/п	Семейства	№ в спектре	Количество видов		Количество родов	
			абсолют.	доля, %	абсолют.	доля, %
г. Новохоперск						
1	Rosaceae	1	27	24,5	17	25,3
2	Caprifoliaceae	2	12	10,9	5	7,4
3	Pinaceae	3-4	8	7,4	4	6
4	Oleaceae	3-4	8	7,4	4	6
5	Fabaceae	5	6	5,4	5	7,4
6	Cornaceae	6-7	5	4,5	3	4,5
7	Salicaceae	6-7	5	4,5	2	3
8	Hydrangeaceae	8-9	4	3,6	2	3
9	Cupressaceae	8-9	4	3,6	2	3
10	Bignoniaceae	10	3	2,7	3	4,5
	<i>Итого:</i>		82	74,5	47	70,1
	<i>Всего:</i>		110	100	68	100
г. Борисоглебск						
1	Rosaceae	1	25	25,5	17	27,4
2	Caprifoliaceae	2	11	11,3	5	8,2
3	Pinaceae	3	8	8,2	4	6,4
4	Oleaceae	4	7	7,1	4	6,4
5	Fabaceae	5	6	6,1	5	8,2
6	Cornaceae	6-8	4	4,1	3	4,8
7	Salicaceae	6-8	4	4,1	2	3,2
8	Cupressaceae	6-8	4	4,1	2	3,2
9	Hydrangeaceae	9-10	3	3	2	3,2
10	Berberidaceae	9-10	3	3	2	3,2
	<i>Итого:</i>		75	76,5	46	74,2
	<i>Всего:</i>		98	100	63	100

п. г. т. Грибановский						
1	Rosaceae	1	16	24,6	12	27,
2	Caprifoliaceae	2	6	9,1	4	9,2
3	Pinaceae	3-6	4	6,2	2	4,5
4	Fabaceae	3-6	4	6,2	3	6,9
5	Cornaceae	3-6	4	6,2	3	6,9
6	Salicaceae	3-6	4	6,2	2	4,5
7	Oleaceae	7-10	3	4,6	2	4,5
8	Hydrangeaceae	7-10	3	4,6	2	4,5
9	Cupressaceae	7-10	3	4,6	2	4,5
10	Grossulariaceae	7-10	3	4,6	2	4,5
	Итого:		50	76,9	34	77,3
	Всего:		65	100	45	100
г. Поворино						
1	Rosaceae	1	16	23,5	13	27,6
2	Caprifoliaceae	2-3	9	13,2	5	10,6
3	Oleaceae	2-3	6	8,9	4	8,5
4	Fabaceae	4-5	4	5,9	3	6,4
5	Cornaceae	4-5	4	5,9	3	6,4
6	Pinaceae	6-9	3	4,4	1	2,1
7	Hydrangeaceae	6-9	3	4,4	2	4,2
8	Cupressaceae	6-9	3	4,4	2	4,2
9	Grossulariaceae	6-9	3	4,4	2	4,2
10	Salicaceae	10	2	2,9	2	4,2
	Итого:		53	77,9	37	78,7
	Всего:		68	100	48	100

Таблица 1.11 – Ведущие роды представителей адвентивных
древесных растений в районе исследований

№ п/п	Роды	г. Новохоперск		г. Борисоглебск		п.г.т. Грибановский		г. Поворино	
		общ. число	%	общ. число	%	общ. число	%	общ. число	%
1	<i>Picea</i>	4	3,5	4	4,1	3	4,6	3	4,5
2	<i>Lonicera</i>	4	3,5	2	2	3	4,6	3	4,5
3	<i>Cerasus</i>	3	2,7	4	4,1	3	4,6	2	2,9
4	<i>Juniperus</i>	3	2,7	3	3,1	2	3,1	2	2,9
5	<i>Acer</i>	3	2,7	2	2	2	3,1	2	2,9
	Итого:	14	15,1	15	15,3	13	20	12	17,7
	Всего:	110	100	98	100	68	100	68	100

Таблица 1.12 – Видовой состав древесных растений с инвазионными признаками
в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья (2019 г.)

№ п/п	Семейства	Роды	Виды растений	Преимущественные места произрастания
1.	Асерасеae Juss.	<i>Acer</i> L.	<i>A. negundo</i> L.	в разных типах насаждений
2.			<i>S. racemosa</i> L.	в частной застройке, дачных массивах, около оврагов, канав

3.		<i>Sambucus</i> L.	<i>S. nigra</i> L.	в частной застройке, дачных массивах, около оврагов, канав
4.	Caprifoliaceae Juss.	<i>Viburnum</i> L.	<i>V. lantana</i> L.	в частной застройке, дачных массивах
5.		<i>Lonicera</i> L.	<i>L. caprifolium</i> L.	в разных типах насаждений
6.		<i>Symphoricarpos</i> Duham.	<i>S. albus</i> (L.) S.F. Blake	в разных типах насаждений
7.	Anacardiaceae Lindl.	<i>Rhus</i> L.	<i>R. typhina</i> L.	в рекреационных зонах, около отдельных домов
8.	Berberidaceae Juss.	<i>Berberis</i> L.	<i>B. vulgaris</i> L.	в разных типах насаждений
9.		<i>Mahonia</i> Nutt.	<i>M. aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	в рекреационных зонах, около общественных зданий, около отдельных домов
10.	Betulaceae S. F. Gray	<i>Alnus</i> Mill.	<i>A. incana</i> (L.) Moench.	в рекреационных зонах, около домов, по оврагам, канавам, карьерам
11.	Bignoniaceae Pers.	<i>Campis</i> Lour.	<i>C. radicans</i> L.	у отдельных общественных зданий, около отдельных домов
12.	Cornaceae Dumort.	<i>Cornus</i> L.	<i>C. alba</i> L.	в разных типах насаждений
13.			<i>C. sanguinea</i> L.	в рекреационных зонах, около общественных зданий, около отдельных домов
14.	Cupressaceae Bartl.	<i>Juniperus</i> L.	<i>J. sabina</i> L.	в рекреационных зонах, около общественных зданий, около отдельных домов
15.	Leguminosae Juss.	<i>Amorpha</i> L.	<i>A. fruticosa</i> L.	около отдельных домов и реже у общественных зданий
16.		<i>Caragana</i> Lam.	<i>C. arborescens</i> Lam.	в рекреационных зонах, у общественных зданий, около домов
17.		<i>Robinia</i> L.	<i>R. pseudoacacia</i> L.	в разных типах насаждений
18.	Fagaceae Dumort.	<i>Quercus</i> L.	<i>Q. rubra</i> L.	в рекреационных зонах, около общественных зданий, около отдельных домов
19.	Hippocastandc eae DC.	<i>Aesculus</i> L.	<i>A. hippocastanum</i> L.	в рекреационных зонах, около домов, в дачных массивах
20.	Elaeagnaceae Adans.	<i>Elaeagnus</i> L.	<i>E. angustifolia</i> L.	в рекреационных зонах, около общественных зданий, около домов
21.			<i>E. commutata</i> Bernh. et Rydb.	в рекреационных зонах, около общественных зданий, около отдельных домов
22.		<i>Hyppophae</i> L.	<i>H. rhamnoides</i> L.	в частной застройке, дачных массивах
23.	Juglandaceae A. Rich, ex Kunth	<i>Juglans</i> L.	<i>J. mandshurica</i> Maxim.	в рекреационных зонах, около общественных зданий, около отдельных домов
24.	Oleaceae	<i>Fraxinus</i> L.	<i>F. pennsylvanica</i> Marsh.	в разных типах насаждений
25.			<i>F. lanceolata</i> Borkh.	в разных типах насаждений
26.			<i>F. americana</i> L.	в разных типах насаждений
27.	Hoffmegg. etLink	<i>Ligustrum</i> L.	<i>L. vulgare</i> L.	в разных типах насаждений
28.		<i>Syringa</i> L.	<i>S. vulgaris</i> L.	в разных типах насаждений
29.		<i>Armeniaca</i> Mill.	<i>A. vulgaris</i> Lam.	в частных садах, дачных массивах
30.		<i>Aronia</i> Medik.	<i>A. mitschurinii</i> A. Skvors. et Maytulina	в разных типах насаждений, в частной застройке, дачных массивах

31.	Rosaceae Adans.	<i>Cerasus</i> Jass.	<i>C. avium</i> (L.) Moench.	в разных типах насаждений, в частной застройке, дачных массивах
32.			<i>C. tomentosa</i> (Thunb.) Wall.	в частной застройке, дачных массивах
33.			<i>C. vulgaris</i> Mill.	в разных типах насаждений
34.		<i>Cotoneaster</i> Medik.	<i>C. lucidus</i> Schlecht.	в рекреационных зонах, около общественных зданий, около отдельных домов
35.		<i>Crataegus</i> L.	<i>C. sanguinea</i> Pall.	в разных типах насаждений
36.		<i>Malus</i> P. Mill.	<i>M. domestica</i> Borkh	в частной застройке, дачных массивах
37.		<i>Padus</i> Mill.	<i>P. maackii</i> (Rupr.) Kom.	в рекреационных зонах, около общественных зданий, около отдельных домов
38.			<i>P. virginiana</i> (L.) Mill.	в рекреационных зонах, около общественных зданий, около отдельных домов
39.		<i>Prunus</i> L.	<i>P. cerasifera</i> Ehrh.	в частной застройке, дачных массивах, около оврагов, канав
40.			<i>P. domestica</i> L.	в разных типах насаждений
41.		<i>Pyrus</i> L.	<i>P. communis</i> L.	около домов, в дачных массивах, около оврагов, канав
42.		<i>Physocarpus</i> Maxim.	<i>Ph. opulifolius</i> L. Maxim.	в разных типах насаждений
43.		<i>Ribes</i> L.	<i>R. aureum</i> Pursh	в частной застройке, дачных массивах
44.			<i>R. rubrum</i> L.	в частной застройке, дачных массивах
45.		<i>Rosa</i> L.	<i>R. rugosa</i> Thunb.	около отдельных домов, в дачных массивах
46.		<i>Rubus</i> L.	<i>R. caesius</i> L.	около отдельных домов, в дачных массивах
47.		<i>Sorbaria</i> A. Braun	<i>S. sorbifolia</i> A. Br.	в разных типах насаждений, частной застройке
48.		<i>Sorbus</i> L.	<i>S. intermedia</i> (Ehrh.) Pers.	в разных типах насаждений
49.		<i>Spiraea</i> L.	<i>S. salicifolia</i> L.	в разных типах насаждений
50.		Salicaceae Mirb.	<i>Populus</i> L.	<i>P. balsamifera</i> L.
51.	<i>Salix</i> L.		<i>S. purpurea</i> L.	в рекреационных зонах, около домов, по оврагам, канавам, карьерам
52.	Tamaricaceae Link	<i>Tamarix</i> L.	<i>T. ramosissima</i> Ledeb.	в рекреационных зонах, частной застройке
53.	Ulmaceae Mirb.	<i>Ulmus</i> L.	<i>U. pumila</i> L.	в разных типах насаждений
54.	Vitaceae Juss.	<i>Parthenocissus</i> Planch	<i>P. inserta</i> (A. Kerner) Fritsch.	около домов, в дачных массивах
55.			<i>P. quinquefolia</i> (L.) Planch.	около домов, в дачных массивах
56.		<i>Vitis</i> L.	<i>V. vinifera</i> L.	около отдельных домов, в дачных массивах

Таблица 1.13 – Геоструктура древесных насаждений г. Новохоперск

Группы и типы геоэлементов	Количество видов	Доля, %
Европейско-азиатская группа		26,4
Евразийский	8	4,9
Европейско-западноазиатский	17	10,4
Европейско-юго-западноазиатский	6	3,7
Европейско-кавказский	12	7,4
Восточноевропейско-азиатская группа	1	0,6
Юго-восточноевропейско-азиатская группа	5	3,1
Евросибирско-среднеазиатская группа	1	0,6
Евросибирская группа	8	4,9
Европейская группа		17,2
Европейский	15	9,2
Восточноевропейский	2	1,2
Юго-восточноевропейский	5	3,1
Западно-европейский	6	3,7
Азиатская группа		20,8
Среднеазиатский	13	8,0
Юго-западноазиатский	3	1,8
Восточно-азиатский	18	11
Североамериканская группа	39	23,9
Культурная группа	4	2,5
Всего	163	100

Таблица 1.14 – Геоструктура древесных насаждений г. Борисоглебск

Группы и типы геоэлементов	Количество видов	Доля, %
Европейско-азиатская группа		25,5
Евразийский	8	5,4
Европейско-западноазиатский	14	9,4
Европейско-юго-западноазиатский	6	4,0
Европейско-кавказский	10	6,7
Восточноевропейско-азиатская группа	0	0
Юго-восточноевропейско-азиатская группа	4	2,7
Евросибирско-среднеазиатская группа	1	0,7
Евросибирская группа	8	5,4
Европейская группа		14,8
Европейский	13	8,7
Восточноевропейский	2	1,4
Юго-восточноевропейский	3	2,0
Западно-европейский	4	2,7
Азиатская группа		24,1
Среднеазиатский	14	9,4
Юго-западноазиатский	4	2,7
Восточно-азиатский	18	12,0
Североамериканская группа	34	22,8
Культурная группа	6	4,0
Всего	149	100

Таблица 1.15 – Геоструктура древесных насаждений п. г. т. Грибановский

Группы и типы геоэлементов	Количество видов	Доля, %
Европейско-азиатская группа		32,0
Евразийский	7	6,8
Европейско-западноазиатский	13	12,6
Европейско-юго-западноазиатский	4	3,9
Европейско-кавказский	9	8,7
Восточноевропейско-азиатская группа	1	1,0
Юго-восточноевропейско-азиатская группа	4	3,9
Евросибирско-среднеазиатская группа	1	1,0
Евросибирская группа	5	4,9
Европейская группа		18,4
Европейский	10	9,7
Восточноевропейский	2	1,9
Юго-восточноевропейский	3	2,9
Западно-европейский	4	3,9
Азиатская группа		18,4
Среднеазиатский	7	6,8
Юго-западноазиатский	2	1,9
Восточно-азиатский	10	9,7
Североамериканская группа	18	17,5
Культурная группа	3	2,9
Всего	103	100

Таблица 1.16 – Геоструктура древесных насаждений г. Поворино

Группы и типы геоэлементов	Количество видов	Доля, %
Европейско-азиатская группа		30,9
Евразийский	7	6,4
Европейско-западноазиатский	13	11,8
Европейско-юго-западноазиатский	4	3,6
Европейско-кавказский	10	9,1
Восточноевропейско-азиатская группа	1	0,9
Юго-восточноевропейско-азиатская группа	3	2,7
Евросибирско-среднеазиатская группа	1	0,9
Евросибирская группа	6	5,5
Европейская группа		17,3
Европейский	11	10
Восточноевропейский	2	1,9
Юго-восточноевропейский	3	2,7
Западно-европейский	3	2,7
Азиатская группа		18,2
Среднеазиатский	7	6,4
Юго-западноазиатский	3	2,7
Восточно-азиатский	10	9,1
Североамериканская группа	23	20,9
Культурная группа	3	2,7
Всего	110	100

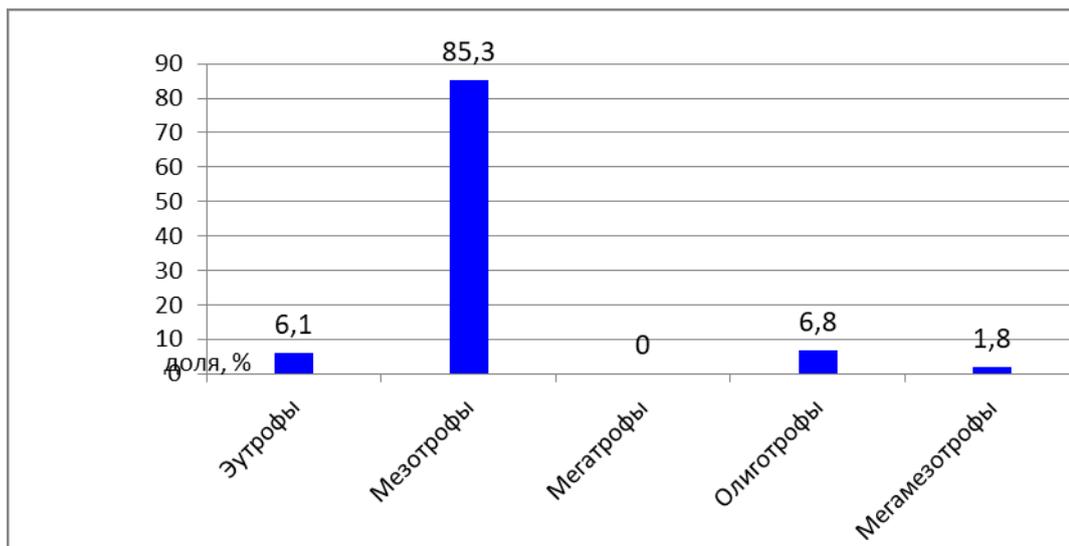


Рисунок 1.1 – Экологические группы растений по отношению к трофности почв г. Новохоперск, % (2011–2019 гг.).

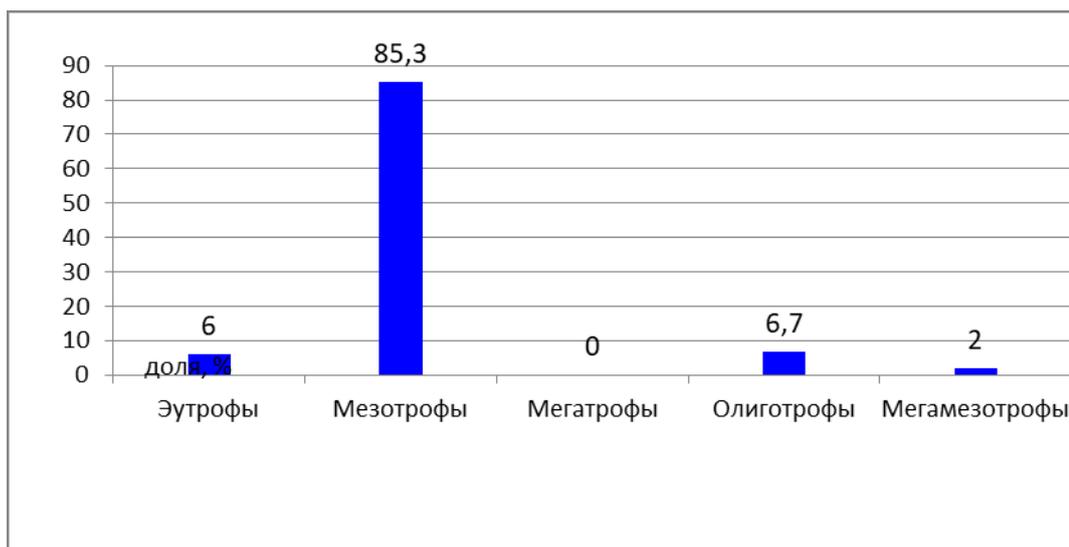


Рисунок 1.2 – Экологические группы растений по отношению к трофности почв г. Борисоглебск, % (2011–2019 гг.).

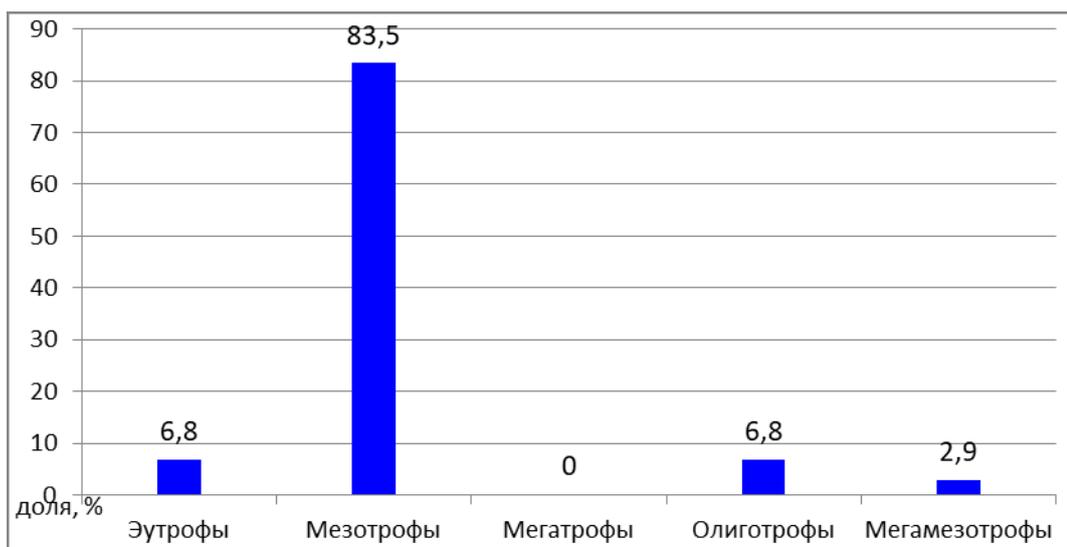


Рисунок 1.3 – Экологические группы растений по отношению к тропности почв п. г. т. Грибановский, % (2011–2019 гг.).

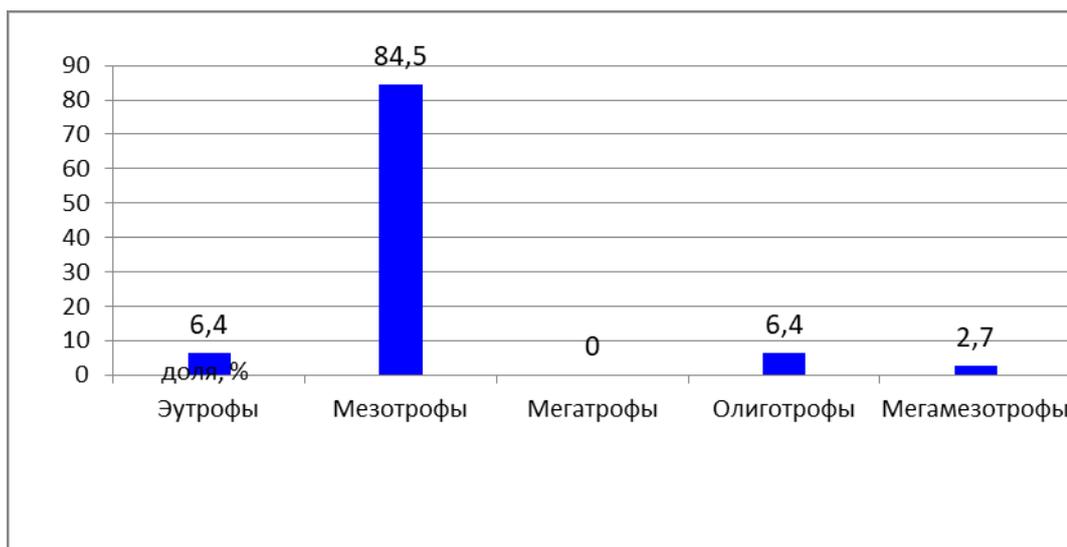


Рисунок 1.4 – Экологические группы растений по отношению к тропности почв г. Поворино, % (2011–2019 гг.).

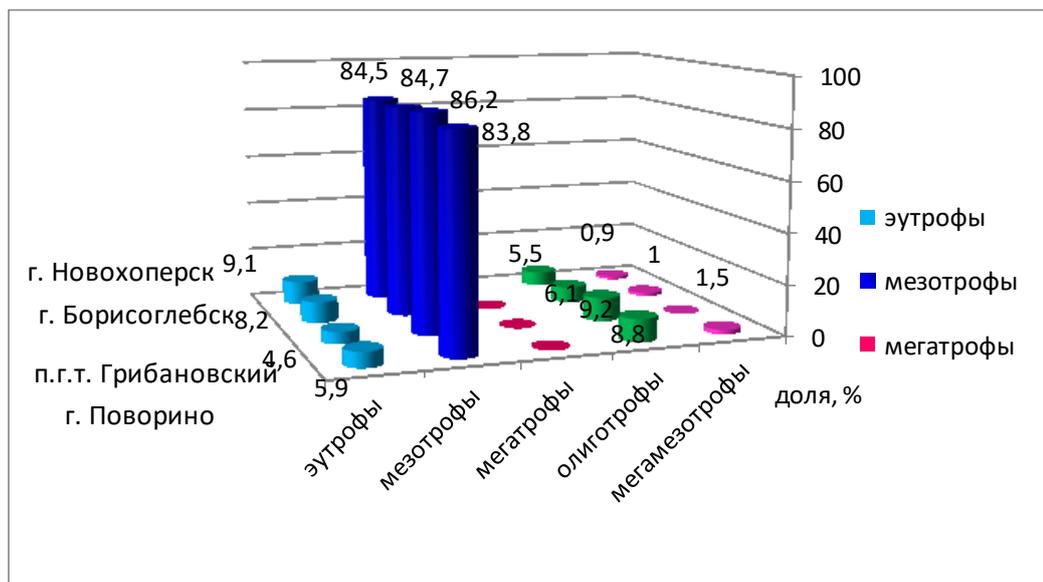


Рисунок 1.5 – Экологические группы адвентивных древесных растений по отношению к тропности почв в урбозэкосистемах района исследований, % (2011–2019 гг.).

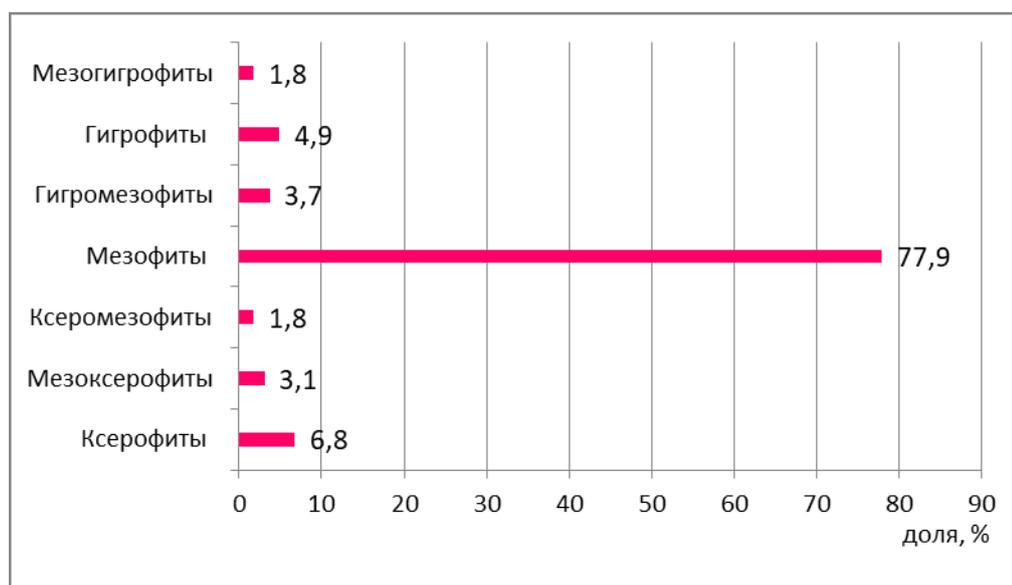


Рисунок 1.6 – Экологические группы древесных растений по отношению к условиям увлажненности почв г. Новохоперск, % (2011–2019 гг.).

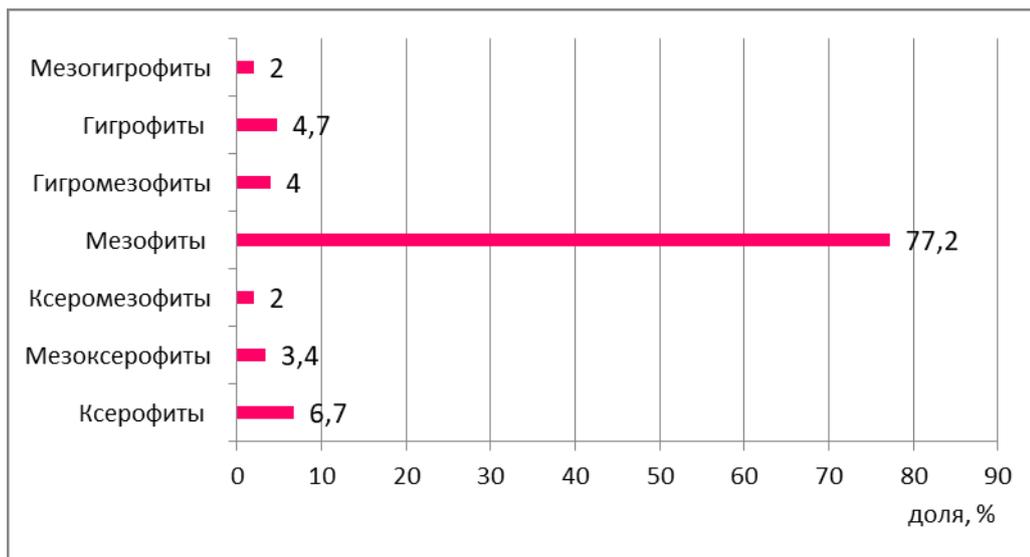


Рисунок 1.7 – Экологические группы древесных растений по отношению к условиям увлажненности почв г. Борисоглебск, % (2011–2019 гг.).

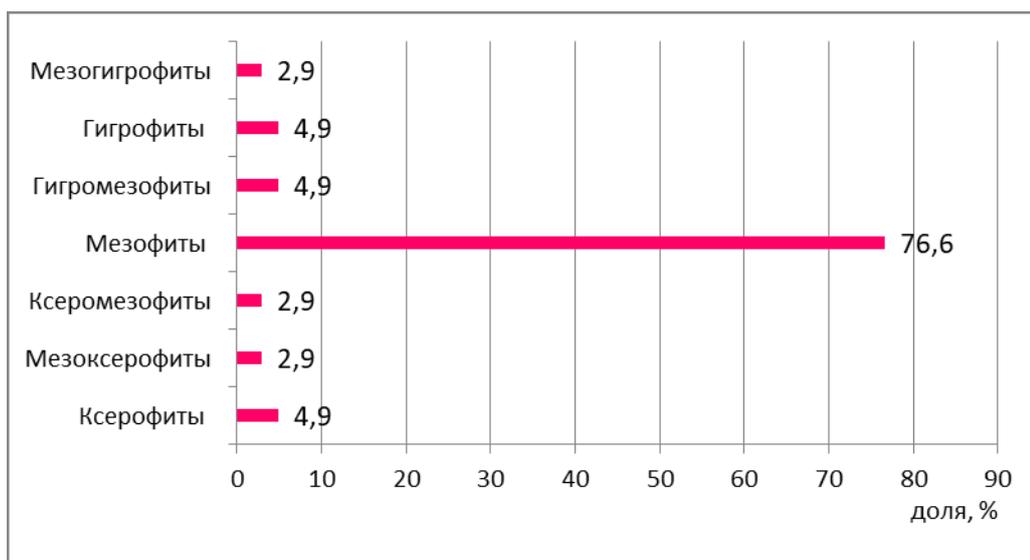


Рисунок 1.8 – Экологические группы древесных растений по отношению к условиям увлажненности почв п. г. т. Грибановский, % (2011–2019 гг.).

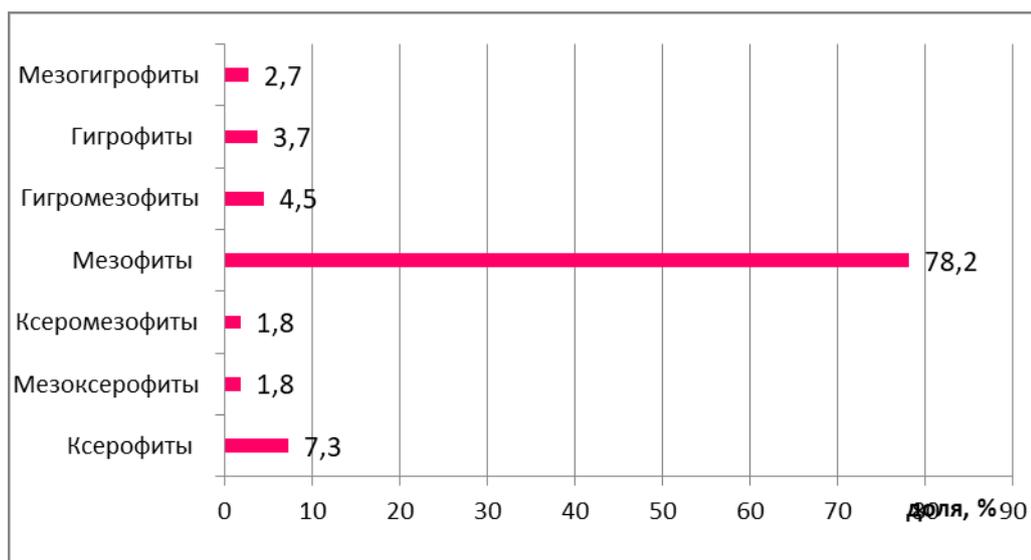


Рисунок 1.9 – Соотношение экологических групп древесных растений по отношению к условиям увлажненности почв г. Поворино, % (2011–2019 гг.).

**Санитарные показатели древесных растений в урбоэкосистемах
Воронежского Прихоперья**

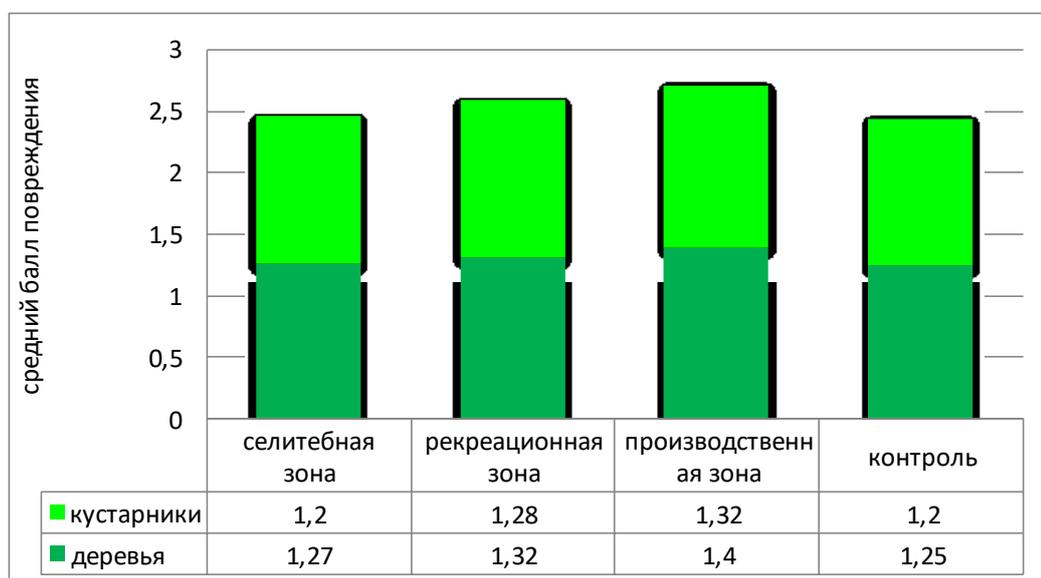


Рисунок 2.1 – Значения диагностики санитарного состояния древесных растений г. Новохоперск в баллах (2011–2019 гг.)

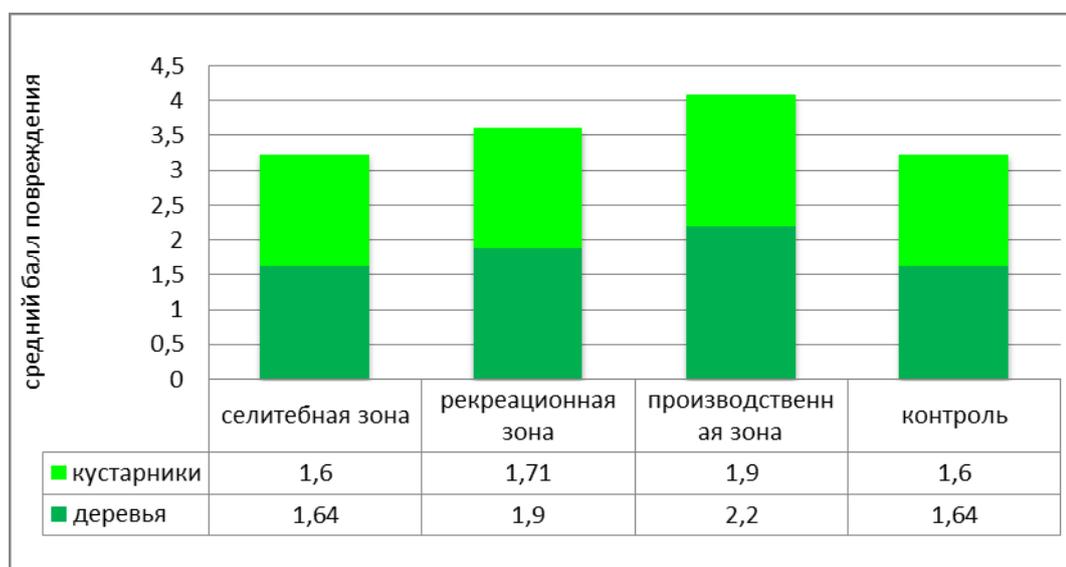


Рисунок 2.2 – Значения диагностики санитарного состояния древесных растений г. Борисоглебск в баллах (2011–2019 гг.)

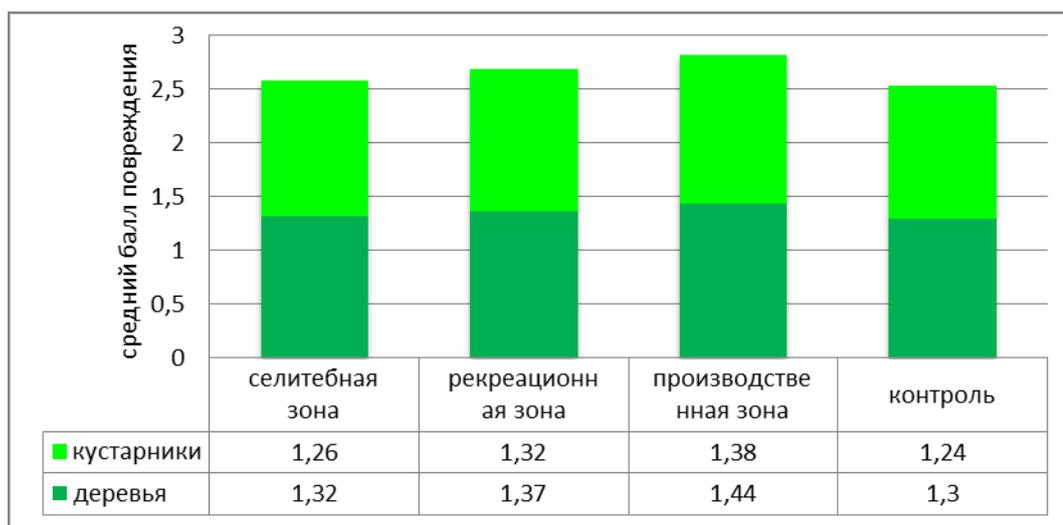


Рисунок 2.3 – Значения диагностики санитарного состояния древесных растений п. г. т. Грибановский в баллах (2011–2019 гг.)

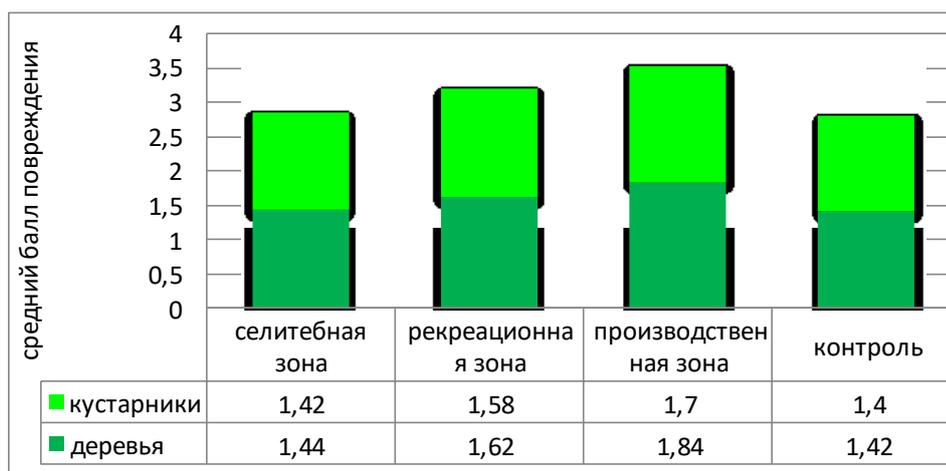


Рисунок 2.4 – Значения диагностики санитарного состояния древесных растений г. Поворино в баллах (2011–2019 гг.)

Таблица 2.1 – Значения поврежденности древесных растений, произрастающих на функционально различных территориях г. Новохоперск (2011–2019 гг.)

Функциональные зоны	$M \pm m, \%$	δ	$c_v, \%$	$p, \%$	t
контроль	$6,2 \pm 0,23$	0,58	9,4	3,7	26,9
рекреационные	$13,1 \pm 0,41$	0,96	7,3	3,1	32,0
селитебные	$16,6 \pm 0,57$	1,28	7,7	3,4	29,1
производственные	$22,2 \pm 0,56$	1,17	5,3	2,5	39,6

Таблица 2.2 – Значения поврежденности древесных растений, произрастающих на функционально различных территориях г. Поворино (2011–2019 гг.)

Функциональные зоны	$M \pm m, \%$	δ	$c_v, \%$	$p, \%$	t
контроль	12,4±0,48	0,93	7,5	3,9	25,8
рекреационные	20,8±0,75	1,52	7,3	3,6	27,7
селитебные	25,9±0,61	1,35	5,2	2,4	42,5
производственные	31,8±0,69	1,22	3,8	2,2	46,1

Таблица 2.3 – Значения поврежденности древесных растений, произрастающих на функционально различных территориях п. г. т. Грибановский (2011–2019 гг.)

Функциональные зоны	$M \pm m, \%$	δ	$c_v, \%$	$p, \%$	t
контроль	9,2±0,39	0,79	8,6	4,2	23,6
рекреационные	16,1±0,55	1,10	6,8	3,4	29,3
селитебные	19,7±0,53	1,12	5,7	2,7	37,2
производственные	26,0±0,64	1,15	4,4	2,5	40,6

Таблица 2.4 – Значения поврежденности древесных растений, произрастающих на функционально различных территориях г. Борисоглебск (2011–2019 гг.)

Функциональные зоны	$M \pm m, \%$	δ	$c_v, \%$	$p, \%$	t
контроль	16,5±0,56	1,13	6,8	3,4	29,5
рекреационные	24,6±0,74	1,54	6,3	3,0	33,2
селитебные	30,5±0,63	1,39	4,6	2,1	48,4
производственные	36,9±0,68	1,28	3,5	1,8	52,3

Показатели жизненности древесных растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья с разным уровнем антропогенной нагрузки

Таблица 3.1 – Баллы совокупной антропогенной нагрузки на окружающую среду района исследований (2011–2019 гг.)

Показатели / поселения	п. г. т. Грибановский	г. Поворино	г. Новохоперск	г. Борисоглебск
захламленность	6,2	5,1	1,8	2,5
уплотненность почв	1,8	2,2	1,1	3,2
густота дорожно-тропиночной сети	6,4	8,3	2,6	9,8
интенсивность пешеходов	3,7	6,5	1,5	9,3
интенсивность автотранспорта	4,2	5,6	2,2	9,7
суммы баллов				
	22,3	27,7	9,2	34,5

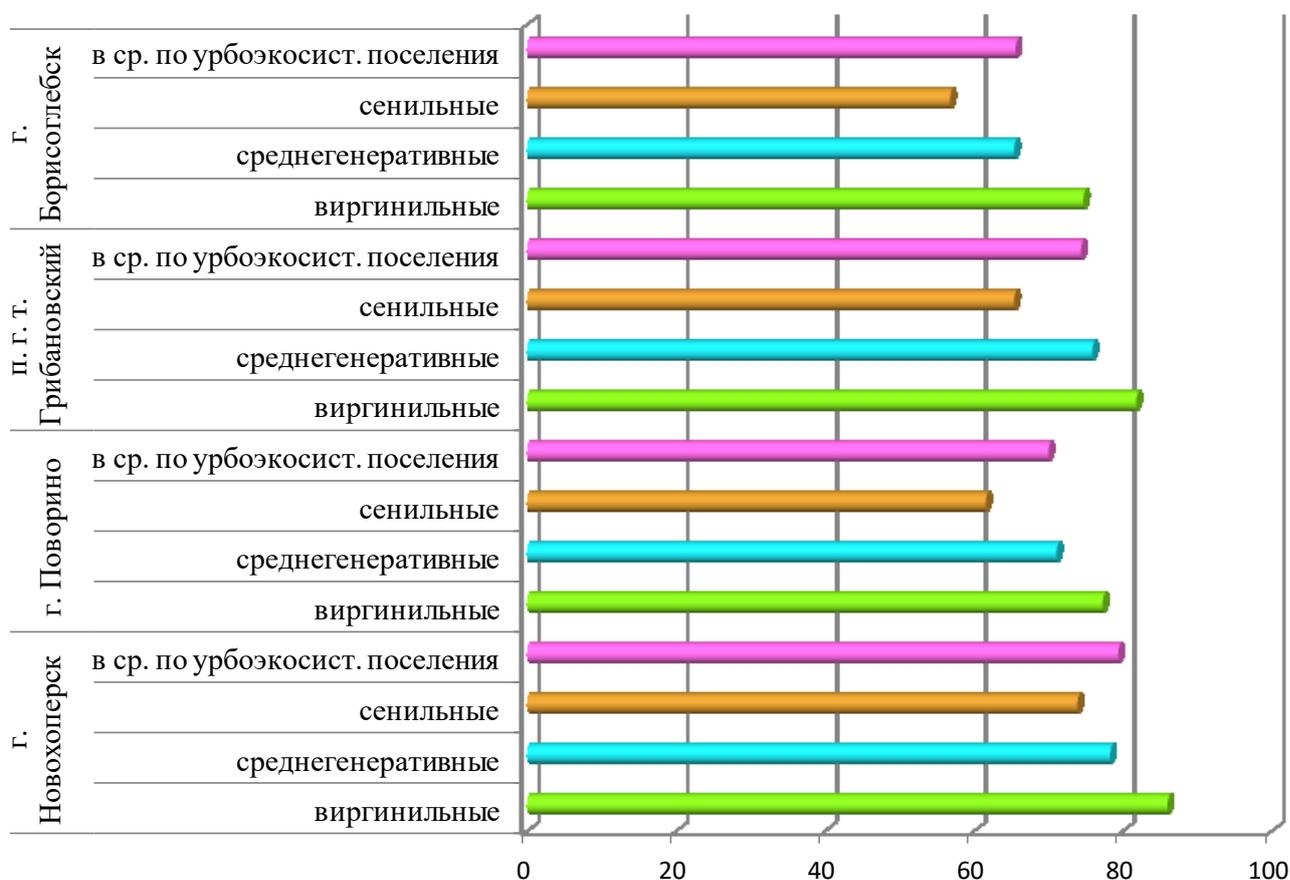


Рисунок 3.1 – Среднеарифметические значения индекса ЖС древесных растений в населенных пунктах Воронежского Прихоперья (2011–2019 гг.)

Таблица 3.2 – Значения индекса ЖС древесных растений, произрастающих на функционально и экологически различных территориях района исследований (2011–2019 гг.)

Функциональные зоны		$M \pm m, \%$	δ	$c_v, \%$	$p, \%$	t
г. Новохоперск						
контроль	виргинильные	95,1±3,94	8,82	9,3	4,1	24,1
	среднегенеративные	93,6±2,69	7,05	7,5	2,9	34,8
	сенильные	87,3±3,98	9,14	10,5	4,6	21,9
рекреационные	виргинильные	91,4±3,27	8,26	9,0	3,6	28,0
	среднегенеративные	85,8±2,83	6,17	7,2	3,3	30,3
	сенильные	80,5±2,26	5,58	6,9	2,8	35,6
селитебные	виргинильные	85,3±1,92	5,19	6,1	2,3	44,4
	среднегенеративные	77,2±1,88	5,04	6,5	2,4	41,1
	сенильные	75,7±2,64	6,86	9,1	3,5	28,7
производственные	виргинильные	81,4±1,75	4,69	5,8	2,1	46,5
	среднегенеративные	71,8±1,37	3,05	4,2	1,9	52,4
	сенильные	65,5±1,73	4,28	6,5	2,6	37,9
в среднем по урбоэкосистемам поселения		79,4				
г. Поворино						
контроль	виргинильные	88,6±3,35	7,85	8,9	3,8	26,4
	среднегенеративные	83,9±3,62	8,13	9,7	4,3	23,2
	сенильные	78,3±2,47	6,54	8,4	3,2	31,7
рекреационные	виргинильные	85,8±1,94	5,35	6,2	2,3	44,2
	среднегенеративные	79,7±1,99	4,68	5,9	2,5	40,1
	сенильные	71,5±2,23	5,43	7,6	3,1	32,1
селитебные	виргинильные	75,2±2,63	6,42	8,5	3,5	28,6
	среднегенеративные	69,4±1,76	3,95	5,7	2,5	39,4
	сенильные	62,2±1,13	2,41	3,9	1,8	55,0
производственные	виргинильные	70,3±1,01	2,34	3,3	1,4	69,6
	среднегенеративные	64,2±1,14	2,39	3,7	1,8	56,3
	сенильные	51,5±0,79	1,82	3,5	1,5	65,2
в среднем по урбоэкосистемам поселения		70,0				
п. г. т. Грибановский						
контроль	виргинильные	93,4±2,58	6,87	7,3	2,8	36,2
	среднегенеративные	90,2±2,77	7,36	8,2	3,1	32,6
	сенильные	84,5±3,11	7,31	8,7	3,6	27,2
рекреационные	виргинильные	86,7±2,82	6,52	7,5	3,3	30,7
	среднегенеративные	84,5±2,25	5,23	6,2	2,7	37,6
	сенильные	74,6±2,51	6,14	8,2	3,4	29,7
селитебные	виргинильные	81,5±2,06	4,97	6,1	2,5	39,6
	среднегенеративные	74,6±2,13	4,71	6,3	2,9	35,0
	сенильные	66,3±2,22	4,74	7,1	3,3	29,9
производственные	виргинильные	77,2±1,84	4,43	5,7	2,4	42,0
	среднегенеративные	68,4±1,43	3,65	5,3	2,1	47,8
	сенильные	55,2±1,05	2,24	4,1	1,9	52,6
в среднем по урбоэкосистемам поселения		74,4				

г. Борисоглебск

контроль	виргинильные	85,7±2,72	7,04	8,2	3,2	31,5
	среднегенеративные	80,5±2,14	5,72	7,1	2,7	37,6
	сенильные	74,6±2,23	5,88	7,9	3,0	33,5
рекреационные	виргинильные	83,2±2,03	4,51	5,4	2,4	41,0
	среднегенеративные	75,4±1,55	3,72	4,9	2,1	48,6
	сенильные	68,3±1,28	2,67	3,9	1,9	53,4
селитебные	виргинильные	74,8±1,21	2,59	3,5	1,6	61,8
	среднегенеративные	64,2±1,43	3,46	5,4	2,2	44,9
	сенильные	57,7±1,64	3,34	5,8	2,8	35,2
производственные	виргинильные	66,1±1,48	3,40	5,1	2,2	44,7
	среднегенеративные	56,5±0,76	1,89	3,3	1,3	74,3
	сенильные	44,3±0,58	1,38	3,1	1,2	82,0
в среднем по урбоэкосистемам поселения		65,6				

Таблица 3.3 – Значения индекса ЖС самых распространенных древесных растений в районе исследований (2011–2019 гг.)

Виды	Тер. объекты	$M \pm m, \%$	δ	$c_v, \%$	$p, \%$	t
г. Новохоперск						
<i>Fraxinus excelsior</i>	урбоэкосистемы	91,6±3,01	6,91	7,5	3,3	30,4
	контроль	95,5±3,77	8,13	8,5	3,9	25,3
<i>Ulmus laevis</i>	урбоэкосистемы	89,7±3,22	7,45	8,3	3,6	27,9
	контроль	93,6±4,48	9,27	9,9	4,8	20,9
<i>Tilia cordata</i>	урбоэкосистемы	84,6±2,81	6,53	7,7	3,3	30,1
	контроль	88,5±3,63	8,24	9,3	4,1	24,4
<i>Acer platanoides</i>	урбоэкосистемы	78,5±2,32	4,81	6,1	3,0	33,8
	контроль	84,3±3,81	7,42	8,8	4,5	22,1
г. Поворино						
<i>F. excelsior</i>	урбоэкосистемы	80,5±1,89	4,28	5,3	2,3	42,6
	контроль	88,3±3,02	6,54	7,4	3,4	29,2
<i>U. laevis</i>	урбоэкосистемы	79,8±2,01	4,43	5,6	2,5	39,7
	контроль	85,1±3,34	6,91	8,1	3,9	25,5
<i>T. cordata</i>	урбоэкосистемы	74,4±1,98	4,87	6,5	2,7	37,6
	контроль	82,2±2,75	6,23	7,6	3,3	29,9
<i>A. platanoides</i>	урбоэкосистемы	58,6±1,46	3,81	6,5	2,5	40,1
	контроль	63,1±2,16	4,84	7,8	3,4	29,2
п. г. т. Грибановский						
<i>F. excelsior</i>	урбоэкосистемы	84,2±2,45	5,13	6,1	2,9	34,3
	контроль	92,9±3,26	6,81	7,3	3,5	28,5
<i>U. laevis</i>	урбоэкосистемы	83,7±2,33	5,24	6,3	2,8	35,9
	контроль	89,8±3,36	7,14	8,0	3,7	26,7
<i>T. cordata</i>	урбоэкосистемы	78,6±2,43	5,61	7,1	3,1	32,3
	контроль	85,3±3,24	7,45	8,7	3,8	26,3
<i>A. platanoides</i>	урбоэкосистемы	65,1±1,75	4,06	6,2	2,7	37,2
	контроль	70,4±2,72	5,93	8,4	3,9	34,3

г. Борисоглебск						
<i>F. excelsior</i>	урбоэкосистемы	78,1±1,62	3,70	4,7	2,1	48,2
	контроль	85,4±2,75	5,79	6,8	3,2	31,1
<i>U. laevis</i>	урбоэкосистемы	73,9±1,35	2,62	3,5	1,8	54,7
	контроль	82,4±2,71	5,92	7,2	3,3	30,4
<i>T. cordata</i>	урбоэкосистемы	69,1±1,64	3,53	5,1	2,4	42,1
	контроль	77,3±2,26	4,92	6,4	2,9	34,2
<i>A. platanoides</i>	урбоэкосистемы	56,7±0,95	1,87	3,3	1,7	59,7
	контроль	65,5±1,63	3,58	5,5	2,5	40,2

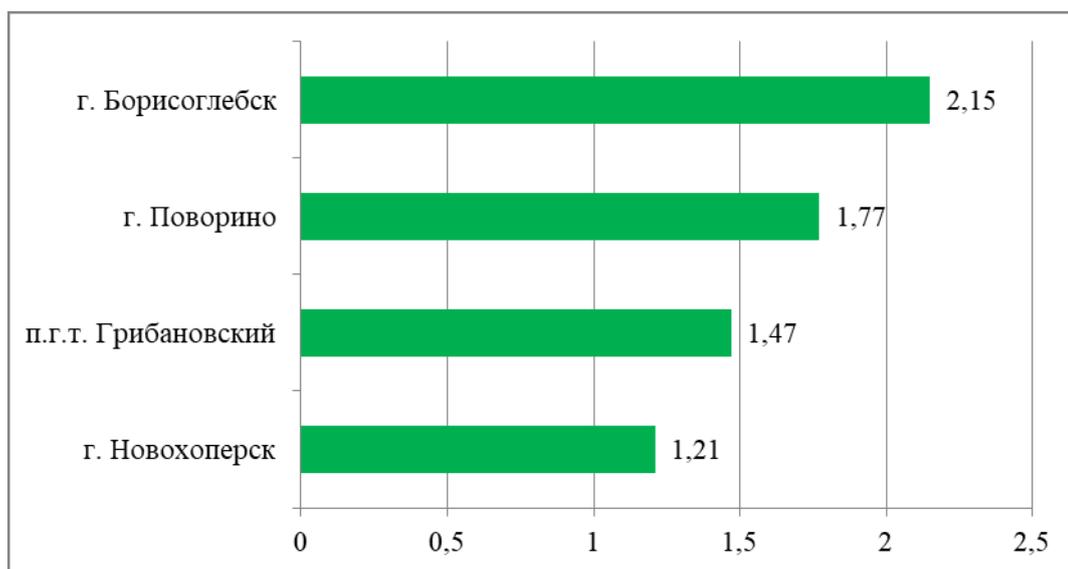


Рисунок 3.2 – Средневзвешенные значения баллов ЖС древесных растений в поселениях Воронежского Прихоперья (2011–2019 гг.)

Показатели комплексного анализа экологической устойчивости древесных растений в урбоэкосистемах Воронежского Прихоперья

Таблица 4.1 – Средневзвешенные значения параметров комплексной устойчивости древесных растений, дифференцированно их видам, городам и функциональным зонам в г. Новохоперск, баллы (2011–2019 гг.)

Виды растений в насаждениях	Сумма баллов			
	рекреационные зоны	селитебные зоны	производственные зоны	контроль
<i>Fraxinus excelsior</i>	85,6	82,1	80,3	89,4
<i>Ulmus laevis</i>	82,5	80,8	78,2	91,7
<i>Tilia cordata</i>	78,9	75,5	72,3	85,1
<i>Acer platanoides</i>	74,4	69,7	66,1	83,9
<i>A. tataricum</i>	80,2	76,5	74,9	89,4
<i>A. saccharinum</i>	83,6	79,1	75,5	88,2
<i>A. campestre</i>	72,7	69,5	67,2	83,4
<i>Salix acutifolia</i>	74,8	70,3	66,4	81,1
<i>S. caprea</i>	68,1	65,9	62,3	75,2
<i>Malus sylvestris</i>	80,3	77,8	74,5	91,9
<i>Cotinus coggygria</i>	90,5	87,1	84,4	88,3
<i>Padus avium</i>	76,2	72,6	67,5	79,5
<i>Corylus avellana</i>	69,3	66,4	62,9	77,2
<i>Betula pendula</i>	75,8	71,2	67,6	84,4
<i>Populus tremula</i>	76,4	74,7	71,5	90,1
<i>P. pyramidalis</i>	67,9	65,2	62,7	78,3
<i>P. nigra</i>	75,6	72,8	70,3	84,2
<i>T. platyphyllos</i>	85,5	82,7	80,2	88,3
<i>Spiraea crenata</i>	89,3	84,1	81,6	94,5
<i>Prunus spinosa</i>	87,4	85,2	80,7	98,1
<i>Frangula alnus</i>	77,2	74,5	70,4	87,7
средние значения	78,7	75,4	72,3	86,2

Таблица 4.2 – Средневзвешенные значения параметров комплексной устойчивости древесных растений, дифференцированно их видам, городам и функциональным зонам в г. Поворино, баллы (2011–2019 гг.)

Виды растений в насаждениях	Сумма баллов			
	рекреационные зоны	селитебные зоны	производственные зоны	контроль
<i>F. excelsior</i>	76,2	73,2	70,4	85,3
<i>U. laevis</i>	72,1	69,4	65,6	88,4
<i>T. cordata</i>	70,4	64,8	61,3	82,2
<i>A. platanoides</i>	66,1	61,5	54,9	80,5
<i>A. tataricum</i>	70,2	66,9	60,4	84,1
<i>A. saccharinum</i>	76,1	71,5	68,3	84,8
<i>A. campestre</i>	61,5	57,2	53,1	81,9
<i>S. acutifolia</i>	65,3	64,1	60,7	77,3

<i>S. caprea</i>	61	59,2	55,4	71,4
<i>M. sylvestris</i>	67,3	64,6	62,3	85,2
<i>C. coggygria</i>	79,2	75,8	72,9	83,1
<i>P. avium</i>	66,3	61,1	55,8	79,4
<i>C. avellana</i>	60,1	56,2	53,4	75,4
<i>B. pendula</i>	65,4	61,3	57,2	77,9
<i>P. tremula</i>	68,2	66,5	63,7	85,3
<i>P. pyramidalis</i>	61,7	58,2	53,5	80,5
<i>P. nigra</i>	67,1	65,4	61,9	81,6
<i>T. platyphyllos</i>	75,1	70,3	66,4	84,2
<i>S. crenata</i>	80,3	78,1	75,8	89,7
<i>P. spinosa</i>	77,4	70,3	67,3	91,5
<i>F. alnus</i>	73,3	69,2	63,9	87,4
средние значения	69,5	65,9	62,1	82,7

Таблица 4.3 – Средневзвешенные значения параметров комплексной устойчивости древесных растений, дифференцированно их видам, городам и функциональным зонам в п. г. т. Грибановский, баллы (2011–2019 гг.)

Виды растений в насаждениях	Сумма баллов			
	рекреационные зоны	селитебные зоны	производствен- ные зоны	контроль
<i>F. excelsior</i>	80,2	78,3	75,7	87,1
<i>U. laevis</i>	77,4	75,5	72,3	85,5
<i>T. cordata</i>	75,1	72,9	65,5	88,2
<i>A. platanoides</i>	72,7	66,3	61,8	81,3
<i>A. tataricum</i>	74,5	72,7	67,4	84,6
<i>A. saccharinum</i>	80,3	74,5	70,2	85,9
<i>A. campestre</i>	65,2	61,8	59,5	85,8
<i>S. acutifolia</i>	70,1	66,5	63,1	80,4
<i>S. caprea</i>	65,8	62,4	58,2	74,5
<i>M. sylvestris</i>	75,2	72,7	67,8	85,1
<i>C. coggygria</i>	83,9	78,4	73,1	86,7
<i>P. avium</i>	72,7	67,3	62,4	77,5
<i>C. avellana</i>	63,8	60,5	56,2	77,7
<i>B. pendula</i>	71,3	66,2	61,4	79,6
<i>P. tremula</i>	70,6	68,9	65,5	85,9
<i>P. pyramidalis</i>	64,1	62,4	59,2	76,8
<i>P. nigra</i>	71,7	69,6	62,8	86,9
<i>T. platyphyllos</i>	78,6	75,8	66,1	83,4
<i>S. crenata</i>	83,9	75,7	72,2	92,8
<i>P. spinosa</i>	84,2	75,3	69,4	94,5
<i>F. alnus</i>	75,3	71,5	65,1	89,7
средние значения	74,1	70,2	65,5	84,3

Таблица 4.4 – Средневзвешенные значения параметров комплексной устойчивости древесных растений, дифференцированно их видам, городам и функциональным зонам в г. Борисоглебск, баллы (2011–2019 гг.)

Виды растений в насаждениях	Сумма баллов			
	рекреационные зоны	селитебные зоны	производствен- ные зоны	контроль
<i>F. excelsior</i>	73,1	65,6	62,5	79,9
<i>U. laevis</i>	69,5	63,4	60,9	83,6
<i>T. cordata</i>	64,2	60,5	55,7	77,5
<i>A. platanoides</i>	62,5	56,7	51,5	74,8
<i>A. tataricum</i>	66,7	62,4	58,1	80,6
<i>A. saccharinum</i>	73,6	66,3	60,4	78,2
<i>A. campestre</i>	58,3	54,5	50,6	75,6
<i>S. acutifolia</i>	60,1	58,7	54,2	72,4
<i>S. caprea</i>	55,7	51,5	48,3	68,1
<i>M. sylvestris</i>	70,8	67,1	63,5	81,9
<i>C. cogygria</i>	76,5	73,2	68,4	78,7
<i>P. avium</i>	61,2	57,4	52,6	74,3
<i>C. avellana</i>	55,1	52,5	48,3	72,8
<i>B. pendula</i>	53,4	50,9	46,5	75,2
<i>P. tremula</i>	66,7	64,3	60,9	85,9
<i>P. pyramidalis</i>	57,2	55,8	52,4	82,2
<i>P. nigra</i>	64,3	61,7	56,6	83,5
<i>T. platyphyllos</i>	72,4	64,6	59,2	77,1
<i>S. crenata</i>	77,2	75,5	72,3	84,6
<i>P. spinosa</i>	75,5	67,7	64,2	88,9
<i>F. alnus</i>	70,2	66,3	60,5	81,6
средние значения	65,9	61,7	57,5	78,9