

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



Солдатова Валерия Викторовна

**БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА
И СТРУКТУРЫ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ УРБООКСИСТЕМ
(НА ПРИМЕРЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

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. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕОБХОДИМОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ УРБОЭКосИСТЕМ.....	9
1.1. Целесообразность экологизации современной хозяйственной деятельности, в том числе с помощью интродукции растений.....	9
1.2. Интродукция растений и ее значение для защиты и экологической реабилитации окружающей среды.....	13
1.3. Актуальность поиска и обоснования возможностей для оптимизации состава и структуры урбоэкосистем Саратовской области.....	16
Глава 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	20
2.1. Географическое положение и хозяйственно-экономические связи.....	20
2.2. Ландшафтные, геологические и геоморфологические особенности.....	20
2.3. Характеристика почвенного покрова, гидрографии и климата.....	23
2.4. Характерные особенности растительности и животного мира.....	27
Глава 3. ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	31
3.1. Объекты биоэкологических исследований.....	31
3.2. Методы и объем выполненных исследований.....	32
Глава 4. БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УРБОЭКосИСТЕМАХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	37
4.1. Инвентаризация видового состава древесных растений в районе исследований.....	37
4.2. Флористическая принадлежность и географический анализ древесных растений.....	38
4.3. Биоэкологическая характеристика сезонного развития древесных растений в урбанизированной среде.....	47
Глава 5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ.....	58
5.1. Целесообразность моделирования экологических условий среды обитания для выявления особенностей развития древесных растений.....	58
5.2. Оценка экологической толерантности к критическим значениям температуры воздуха.....	59
5.3. Оценка экологической толерантности к дефициту влаги.....	69
Глава 6. ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УРБОЭКосИСТЕМ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	76
6.1. Экологические основы улучшения гидротермического режима для оптимизации развития растений.....	76
6.2. Оценка перспективности использования в озеленении древесных растений с	

высокой декоративностью и оптимизированным ходом онтогенеза.....	77
6.3. Оценка качества репродуктивного материала древесных растений и эффективность мер по оптимизации их роста и развития.....	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	102
РЕКОМЕНДАЦИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ, ДЕКОРАТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	104
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	109
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Расположение и физико-географические условия пунктов маршрутных исследований и наблюдений.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Приборы для анализов.....	130
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Результаты инвентаризации видового состава древесных растений в Саратовской области.....	131
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Перечень древесных растений, интродуцированных в Саратовскую область.....	141
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Результаты определения значений экологической толерантности древесных растений к лимитирующим средовым факторам.....	144
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Данные статистической обработки показателей качества репродуктивного материала древесных растений.....	147
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Результаты экспериментов по оптимизации роста и развития древесных растений.....	157
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Рекомендуемые для озеленения Саратовской области древесные растения.....	160

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Развитие промышленности и сельского хозяйства, рост автопарка в последние десятилетия в Саратовском регионе, в совокупности с засушливыми условиями, напряженным ветровым режимом способствуют увеличению нагрузок на природные экосистемы, развитию процессов опустынивания, загрязнению окружающей среды токсичными веществами, что ведет к обострению экологических проблем и сопровождается ухудшением условий жизни и здоровья населения. Наиболее эффективными методами, направленными на оздоровление и восстановление окружающей среды является создание в регионе искусственных экосистем, включающих насаждения различного целевого назначения.

Указанные проблемы во многом объясняются системными экономическими проблемами в региональном народном хозяйстве, недоработками в экологическом законодательстве, градопланировочных решениях, градостроительных нормативных требованиях. Также многие экологические проблемы обусловлены общим низким уровнем благоустройства ряда функционально-планировочных зон урбанизированных территорий (жилых, общественно-деловых, транспортных, коммунально-складских, рекреационных и др.).

Техногенные факторы, которые в итоге причиняют существенный ущерб окружающей среде и здоровью населения, в настоящее время в существующих вещественно-энергетических потоках городских природно-технических систем в полной мере исключить не представляется возможным. Тем не менее, в условиях Саратовской области в значительной степени можно улучшить экологическую обстановку в городах и селах посредством грамотного озеленения экологически проблемных территорий, эффективного развития зеленого строительства с помощью обновления и создания насаждений различного целевого назначения на научной основе. Это можно решить посредством подбора и введения в озеленение экологически ценных видов древесных растений. Включительно большое значение имеет восстановление отрасли лесокультурного и лесовосстановительного производства, как на пригородных территориях, так и в сельской местности, на бросовых землях, на участках, отчужденных из городского землепользования.

Помимо негативных экологических условий также лимитирующее значение в плане развития городского и сельского озеленения в области имеют погодно-климатические факторы. Аридизация климата и специфичные ландшафтные условия не позволяют широкому территориальному распространению лесной растительности, основу которой составляют древесные растения. Острый дефицит атмосферной влаги органичивает распространение лесных сообществ и необходимые работы по лесовосстановлению, как в пригородных зонах, так и на удаленных от поселений территориях. В урбосистемах Саратовской области температурный режим и минимальная достаточность осадков в комплексе с экологически

неблагоприятными условиями в период вегетации существенным образом ограничивают рост и развитие посадок древесных растений.

Относительная бедность флоры региона высокоствольными видами деревьев и декоративными видами кустарников определяет целесообразность ее обогащения за счет научно обоснованного отбора экологически и хозяйственно ценных видов. Изучение биоэкологических особенностей древесных растений, в том числе выявление критериев их экологической устойчивости, крайне необходимо в деле создания экологически эффективных насаждений и, следовательно, в обеспечении условий экологической комфортности для населения Саратовской области, где отмечается кризисное экологическое состояние окружающей среды.

Необходимы работы по оптимизации состава и структуры зеленых насаждений дифференцированно природно-климатическим условиям в пределах Саратовской области, что в совокупности определяет актуальность исследований по теме диссертации.

Степень разработанности темы. Весомое научное и практическое значение в создании устойчивых городских экосистем представляют работы В.П. Тарабрина, К.А. Ахматова, Н.А. Базилевской, М.А. Бескаравайной, Г.Н. Зайцева, С.Е. Коровина и соавторов, И.С. Белюченко, О.Ю. Дубовицкой и Е.В. Золотаревой, И.Л. Бухариной и соавторов, В.Б. Любимова, Л.Н. Хайровой и соавторов [Мацков, 1936; Тарабрин, 1969; Ахматов, 1972; Базилевская, 1981; Бескаравайная, 1982; Зайцев, 1983; Коровин и др., 2001; Белюченко, 2007; Бабич и др., 2008; Дубовицкая, Золотарева, 2010; Бухарина и др., 2012; Любимов, 2012; Хайрова и др., 2015] и других ученых, посвященные определению пределов экологической толерантности древесных растений. С помощью качественно подобранного озеленительного материала [Розно, 2005; Горохов, 2008; Викторов, Черняева, 2013; Мартынов, 2014; Якубов, 2016; Герасимова и др., 2017; Kozlowski, Pallardy, 2002; Slaski et al., 2006; Grimshaw, Bayton, 2009; Booth, Hiss, 2011; Urban Park..., 2011] можно корректировать состав растительных сообществ в современных городах и селах, что обеспечивает решение многих практических задач в градопланировке, для защиты окружающей среды и рационализации городского природопользования.

В советское время в Саратовской области наибольшее внимание уделялось озеленению вновь организуемых микрорайонов и созданию парков, скверов, бульваров, но, тем не менее, с использованием ограниченного ассортимента древесных растений [Любимов, 2002; Инфантов, 2012; Соловьева и др., 2016; Третьякова, Сокольская, 2016; Терешкин и др., 2013, 2017]. К сегодняшнему моменту древесные насаждения во многих городах и селах области находятся в нарушенном состоянии. Указывается необходимость в развитии озеленительной практики в городах области [Об утверждении государственной программы..., 2017; Об утверждении Стратегии озеленения..., 2017].

Учитывая, что Саратовская область обладает существенным разнообразием погодно-климатических условий, требуются современные данные о перспективных для озеленительной

практики представителей древесных растений и о способностях реализации ими биоэкологического потенциала в условиях городских экосистем в разных частях области. Необходимо определить возможности для оптимизации состава и структуры зеленых насаждений в урбоэкосистемах Саратовского региона.

Цель исследований: анализ возможностей оптимизации состава и структуры урбоэкосистем посредством введения в культуру перспективных в хозяйственном и экологическом отношении древесных растений (на примере Саратовской области).

Задачи исследований:

1. Установить перспективные флористические источники для интродукции древесных растений с целью обновления и улучшения состояния насаждений в урбоэкосистемах Саратовской области.

2. Определить особенности развития древесных растений в условиях среды обитания района исследований.

3. Выявить значения экологической толерантности древесных растений к лимитирующим абиотическим условиям района исследований.

4. Выполнить оценку качества репродуктивного материала древесных растений.

5. Изучить и оценить эффективность мер по оптимизации роста и развития древесных растений в условиях урбоэкосистем.

6. Определить экологически оптимальный режим использования водных и земельных ресурсов в озеленительной работе в районе исследований.

Научная новизна работы. Получены современные сведения о видовом составе древесных растений, произрастающих в природных и трансформированных условиях Саратовской области, на примере семи административных районов, удаленных от областного центра. Для ряда поселений видовой состав древесных растений определен впервые, для экосистем гг. Балашов и Аркадак он уточнен. Изучение видового состава древесных растений в природных и урбанизированных экосистемах Саратовской области и анализ их географического происхождения позволили установить перспективные источники для интродукции в регион древесных растений.

На примере 48 представителей древесных растений, включительно у ряда их декоративных форм, определены основные фазы сезонного развития. Для 33 видов в урбоэкосистемах Балашовского и Аркадакского районов данные о феноритмах этих организмов в теплые сезоны уточнены, по всему исследованному количеству видов в остальных урбанизированных районах такие данные получены впервые.

У 41 вида древесных растений установлены пределы экологической толерантности к критическим значениям температуры приземного воздуха и к дефициту почвенной влаги. При этом по 15 представителям этих организмов, произрастающим в Балашове и Аркадаке, и по 17 видам в остальных населенных пунктах района исследований данные о толерантности к

лимитирующим факторами получены впервые. Для 14 видов установлены и проанализированы важные биоэкологические характеристики плодов и семян (причем впервые для пяти районов), в т.ч. для дуба *Quercus robur* и трех его декоративных форм (впервые для двух районов), а также впервые для рябины *Sorbus aucuparia* и ее декоративной формы.

Впервые в район стационарных биоэкологических исследований (г. Балашов) привлечены из другого региона (г. Брянск) и изучены виды древесных растений, не использованные в озеленении, но характеризующиеся высокими декоративными качествами и отсутствующие в насаждениях ряда правобережных районов Саратовской области, в т.ч. *Mahonia aquifolium*, *Ligustrum vulgare*, *Forsythia europaea*, *Ptelea trifoliata*, *Euonymus europaea*, *Cotinus coggygria*.

Определены возможности для оптимизации роста и развития древесных растений в условиях урбоэкосистем, находящихся в разных частях Саратовской области с отличающимися природно-географическими условиями. С учетом установленных значений лимитирующих средовых факторов в регионе необходимо обеспечить оптимальное содержание влаги в корнеобитаемом горизонте почвы не менее 73,5 % от ПВ посредством регулярного орошения и использования контейнерного метода для подготовки посадочного озеленительного материала. Эти методы способствуют повышению грунтовой всхожести семян до 91–96% в независимости от местных метеоклиматических условий. Использование данных методов также позволяет улучшить состояние и устойчивость древесных растений в течение последующих возрастных стадий, снизить трудозатраты, сократить расход водных и земельных ресурсов при испытании и подготовке посадочного материала, что соответствует современным принципам рационального городского природопользования.

Для интродукции в район исследований, для оптимизации состава и структуры существующих и создания новых устойчивых сообществ Саратовской области предложен список из 301 представителя древесных растений, составляющих 57 родов и 24 семейств. В совокупности предложенные в рекомендациях меры могут способствовать повышению декоративных качеств, устойчивости и экологической эффективности зеленых насаждений в регионе. Также эти меры позволят контролировать функционирование создаваемых на основе рекомендуемых видов растительных сообществ и эффективно управлять ими.

Теоретическое значение работы. Материал выполненных исследований и полученные выводы представляют определенную значимость в деле познания закономерностей реализации адаптивных возможностей древесных растений в урбанизированных условиях района исследований. Основные положения и результаты работы могут быть использованы для дальнейшего развития теоретических представлений об оптимизации состава и структуры городских экосистем, в том числе в условиях засушливого климата в вегетационные периоды.

Практическая значимость результатов и выводов. Результаты исследований позволили предложить рекомендации к использованию возможностей по оптимизации роста и

развития древесных растений, в том числе перспективных их представителей, в озеленительной работе, что будет способствовать качественному обновлению состава и улучшению структуры урбоэкосистем Саратовской области. Материалы исследований переданы в Балашовский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (БИ СГУ) для использования в качестве научно-методической основы учебных и производственных практик студентов.

Полученные результаты и выводы представляют интерес для муниципальных служб, осуществляющих свою работу в сферах озеленения и благоустройства городских и сельских поселений, а также для организаций по оценке экологического состояния объектов окружающей среды и их защиты.

Методология и методы исследований. Информационной и методологической основой для реализации цели и задач исследований являлись современные научные работы по экологии и интродукционным испытаниям древесных растений в культурных биоценозах. Обобщен и использован передовой опыт отечественных и зарубежных исследователей в определении перспективности древесных растений для использования в городском озеленении. При реализации программы исследований и в анализе данных применены общепринятые и современные методы.

Положения, выносимые на защиту:

1. Перспективными источниками древесных растений для интродукции в урбоэкосистемы Саратовской области являются виды из северной части Европы, Азии и Северной Америки, восточной части Азии, Иранского нагорья, Туранской низменности и Центральной Азии.

2. Определение значений экологических факторов, лимитирующих интродукцию древесных растений, и применение высокоэффективных методов подготовки посадочного материала и содержания насаждений обеспечило возможность для нейтрализации отрицательного воздействия этих факторов на интродуценты в районе исследований.

3. Для улучшения состава и структуры урбоэкосистем Саратовской области целесообразно использовать в озеленении посадочный материал из древесных растений с оптимизированным ходом онтогенеза и создавать оптимальный гидротермический режим применительно к почвенно-климатическим условиям региона. Это также будет способствовать рационализации городского водо- и землепользования.

Исследования выполнялись в период с 2010 по 2019 гг. в Саратовской области. Выездные маршрутные учеты и наблюдения осуществлялись в Самойловском, Балашовском, Романовском, Аркадакском, Калининском, Аткарском и Краснокутском муниципальных районах. Стационарные биоэкологические исследования выполнялись в городе Балашове, в селах Пады и Рассказань Балашовского района.

Достоверность результатов и выводов обусловлена широким перечнем проработанной научной литературы отечественных и зарубежных исследователей и значительным объемом накопленного фактического материала в течение многолетних исследований, его детальным анализом. Достоверность результатов подтверждается применением методов статистической обработки данных с использованием компьютерного пакета Microsoft Excel-2019. Уровень статистической значимости средних арифметических значений результатов исследований выше 95%. С учетом результатов исследований получены объективные выводы, на основе которых предложены практические рекомендации.

Декларация личного вклада автора. Автором диссертации самостоятельно разработана программа исследований, осуществлены экспедиции, собран полевой и экспериментальный материал, проведена его камеральная обработка и анализ, научно обоснованы теоретические положения диссертационной работы, обобщения и выводы.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 26 работ, из них 6 – в рецензируемых изданиях из Перечня ВАК, одна статья – в выпуске журнала, вошедшего в международные базы данных Scopus и Web of Science, 2 статьи – в выпуске журнала, вошедшего в международную базу данных Scopus.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из следующих частей: введения, шести глав, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и восьми приложений. Работа имеет объем 165 страниц в компьютерном варианте, в том числе основного текста 127 страниц, включающего 11 таблиц, 10 рисунков. Список литературы включает 254 источника, из которых 43 – на иностранных языках. Приложения содержат 16 таблиц, 12 рисунков.

Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕОБХОДИМОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ УРБОЭКОСИСТЕМ

1.1. Целесообразность экологизации современной хозяйственной деятельности, в том числе с помощью интродукции растений

Идея «поддерживающего», «устойчивого развития» («sustainable development») относилась, прежде всего, к природопользованию во всем многообразии его видов и стратегий, детально разрабатывалась и оформилась в концепцию («устойчивое развитие», «экоразвитие») в мире еще в прошлом столетии [Indicators of Sustainable Development..., 1996; Report of the World Commission..., 1987; Field, 1997; Tretyakova, 2013]. В настоящем времени исследователями также отмечаются явные противоречия между ресурсно-экономическими потребностями, экономическими стратегиями и их, в целом, неблагоприятными последствиями для людей, окружающей среды и биосистем [Talberth et al., 2006; Deaton, 2012; Eger, Maridal, 2015].

В России активно развивалась и обосновывалась концепция «коэволюции общества и природы» как взаимная обусловленность этих компонентов совокупной природно-социальной системы на глобальном уровне [Тимофеев-Ресовский и др., 1977; Тимофеев-Ресовский, 1996]. Одной из практических сторон «стратегии устойчивого развития» является обеспечение экологической безопасности на территории России различными доступными способами и средствами, в том числе посредством экологизации всей структуры общественного производства [Основные положения стратегии..., 2002; Скоморохина, 2015; Ларионов, Ларионов, 2016_а]. Переход к устойчивому развитию, безусловно, необходим для России, как с хозяйственно-экономических, научно-технологических, так и с экологических позиций в совокупности, но до этого, как полагает современный ученый Г.С. Розенберг, еще достаточно далеко [Розенберг, 2000] ввиду продолжающейся сложной экономической ситуации в стране [Массеров и др., 2016; Государственный доклад «О состоянии..., 2018].

В настоящее время в обществе сформировано четкое понимание необходимости экологизации хозяйственной деятельности как эффективной, устойчивой в долгосрочной перспективе формы развития экономики и сохранения природно-ресурсной базы эксплуатируемых территорий [Булгакова, Плотникова, 2009; Доклад о человеческом развитии..., 2016; Глушкова и др., 2017], что, конечно, логично начинать с эффективного менеджмента в разных отраслях народного хозяйства [Скоморохина, 2015].

В Саратовской области разные составляющие компоненты народного хозяйства (сельское хозяйство, лесное хозяйство, транспорт, промышленность, предприятия связи и разнообразных услуг) исторически формировались вокруг и в пределах крупных населенных пунктов, прежде всего в городских поселениях [Немерюк, 2003; Саратовской области – 80

лет..., 2016; Мирзоев, 2017; Доклад о состоянии..., 2018]. Поэтому максимальное суммарное техногенное давление испытывает окружающая среда и слагающие ее компоненты в урбанизированных районах и в пригородах.

Безусловно, наибольшие экономические возможности и в то же время сопутствующий суммарный антропогенный прессинг характерны наиболее крупным урбанизированным районам субъекта – городам Саратов, Энгельс, Балаково [Лебедева и др., 2011; Быкова и др., 2012; Доклад о состоянии..., 2018]. В них же заключена и основная доля тяжелого, в том числе экологически опасного производства.

Другим городам области также характерны проблемные экологические ситуации, связанные с загрязнением воздуха и почвенного покрова. В них очевидны явления, связанные с нерациональным природопользованием, расстроеной структурой насаждений, ослаблением, снижением их экологической эффективности и пр. [Лебедева, 2011; Ларионов, 2012; Доклад о состоянии..., 2018; Ларионов и др., 2018].

В Правобережье области крупнейшими населенными пунктами являются гг. Саратов, Балашов, Ртищево, Аткарск, Калининск, Аркадак, где в большей мере, как раз, и сосредоточен совокупный хозяйственно-экономический потенциал, который. К сожалению, по ряду объективных причин (недофинансирование реальных секторов экономики, невозможность широкого внедрения энергосберегающих и эколого-защитных технологий в быту, производстве и энергетике; применение экологически опасных методов, ресурсов и материалов в жилищно-коммунальном хозяйстве, строительстве и ремонте городских объектов; нарушение градостроительных норм, игнорирование передовых научных разработок в сфере ландшафтно-экологического планирования и рекультивации ослабленных и нарушенных территорий, и, соответственно, снижение эффективности и устойчивости местных экокаркасов) в итоге негативно отражается на экологической обстановке, создавая определенные экологические риски для местного населения [Ларионов, Ларионов, 2009; Лебедева и др., 2011; Бочкарева, Беляченко, 2013; Яшков и др., 2013; Ларионов, 2015_{а,в}; Ларионов, Ларионов, 2015; Ларионов, Ларионов, 2016_б; Макаров, 2001; Проект внесения изменений..., 2018]. Правобережные пригородные биосистемы, прежде всего фитоценозы, также испытывают антропогенное давление от хозяйственных комплексов [Болдырев, 2003; Невский, 2003; Золотухин, 2006; Степанов, 2009; Горина, Золотухин, 2011; Давиденко и др., 2011; Любимов и др., 2011; Золотухин, Горина, 2013], что снижает эффективность пригородных экологических каркасов.

Ввиду возрастающего в последние годы общего техногенно-загрязняющего воздействия автотранспорта и применения устаревших методов работы и эксплуатируемого оборудования в автодорожном, жилищно-коммунальном хозяйстве и ряде иных (реальных) секторов экономики муниципалитетов рассматриваемой в диссертации территории Саратовской области можно с высокой долей уверенности прогнозировать дальнейшее усугубление кризисных экологических ситуаций. Экологизация энергетики, аграрного, промышленного производства, строительства,

пригородных лесных массивов и иных природных и природно-антропогенных объектов в районе диссертационных исследований представляется первоочередной задачей, что, задекларировано в региональной госпрограмме «Охрана окружающей среды, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов Саратовской области на период до 2020 года» [Постановление Правительства Саратовской области от 20.11.2013..., 2017] и в «Стратегии социально-экономического развития Саратовской области до 2030 года» [Постановление Правительства Саратовской области от 30.06.2016..., 2017].

В настоящий момент в ряде научных публикаций отмечается, что совокупный социально-техногенно-урбанистический комплекс в Саратовской области ввиду крайне неустойчивого и общего дисгармоничного характера отношений в системе «общество – природа» инициирует и способствует трансформации природных экосистем [Болдырев и др., 2001; Косцова и др., 2011; Степанов, 2002, 2009], Экологизация народного хозяйства должна осуществляться планомерно, причем как в нормативно-законодательном поле [Калинникова, 2015], так и организационно в каждом секторе регионального народного хозяйства, о чем указывают современные саратовские исследователи О.В. Куликова, В.А. Попкова [Куликова, Попкова, 2016], О.П. Сыромятникова, Т.В. Задорова [Сыромятникова, Задорова, 2016].

Одно из ведущих значений в улучшении экологической обстановки городов и сел Саратовской области является ландшафтно-экологическое планирование, оптимальное размещение городских объектов и грамотное природообустройство, в том числе посредством зеленого строительства [Давиденко, Маркова, 2015; Ларионов, 2012; Соловьева, Терешкин, 2015; Гребенюк, Степанов, 2016; Ларионов, Ларионов, 2016_а; Третьякова, Сокольская, 2016].

Возрастающая роль в планировании, организации и реализации хозяйственной деятельности должна отводиться экологическим требованиям, правилам, закономерностям и экологически-ориентированным разработкам в общественном производстве [Кисленок, Галанина, 2011]. Это же относится и к работе по созданию и обеспечению функциональности городских экосистем посредством озеленения.

Зеленые насаждения многих населенных пунктов Саратовской области находятся в неудовлетворительном состоянии [Ларионов, 2012; Соловьева, Терешкин, 2015; Ларионов и др., 2016; Анисимова, 2017]. На основе изучения научных публикаций разных лет по Саратовскому региону, а так же собственных исследований и наблюдений установлено, что для поддержания устойчивости структуры древесных насаждений, их нормального состояния и экологической эффективности недостаточно используются в изеленении виды из местной флоры, а также потенциал интродукции древесных растений с необходимыми биоэкологическими признаками в местных почвенно-климатических условиях.

Повышение природно-ресурсного потенциала, улучшение качества экосистемных услуг, создание действенных эколого-защитных стратегий в градостроительстве, транспортном, индустриальном, сельскохозяйственном и лесном природопользовании правобережных и

других районов Саратовской области возможно на основе использования научных методов и приемов восстановления и обогащения биологических ресурсов. Это можно обеспечить посредством научного обоснования и реализации интродукции растений с подходящими хозяйственно-экологическими свойствами, как важнейшего автотрофного компонента природно-технических экосистем в условиях городских и пригородных ландшафтов. Большое значение принадлежит рационализации пользования водными, земельными ресурсами и ресурсами самих насаждений. Особое значение должно придаваться сокращению расхода посадочного материала при его подготовке и дальнейшей пересадке посредством эффективных методов и на основе современных данных биоэкологических исследований древесных растений.

1.2. Интродукция растений и ее значение для защиты и экологической реабилитации окружающей среды

Интродукция растений к настоящему времени является уже достаточно сформированным и при этом сохраняющим высокую актуальность направлением научно-исследовательской деятельности, имеющей огромное практическое значение, как в России [Древесные растения Главного Ботанического..., 1975; Розно, 2005; Сорокопудова, 2005; Мартынов, 2014; Belyuchenko, Gorchakova, 2014], так и в мире [Назаров, 2012; Puri, 1954; Grimshaw, Bayton, 2009]. Интродукция растений предусмотрена в первую очередь, для улучшения структуры и свойств искусственных экосистем [Минина, 2000; Хуснидинов, 2001; Волкова, Соболев, 2015], оптимизации планировочных условий и обеспечения эстетической привлекательности культурных ландшафтов [Окольникова, Щёголев, 2016; Третьякова, Сокольская, 2016]. К настоящему времени интродукция получила широкое распространение в мире, причем не только как непосредственно научная задача [Морякина и др., 2008; Крохмаль, 2010; Harlan, 1975], но также и в прикладной области – в качестве функциональной формы окультуривания создаваемых ландшафтов с возможностью дальнейших перепланировок территорий [Николаевская, 1990; Казнов, Казнов, 2009] и корректировок фитодизайнерских решений [Грачева, 2007; Ильясова, Довлетярова, 2008; Dee, 2001]. В частности, интродукция является действенным инструментом при создании и красивом фитодизайнерском оформлении садов [Clancy, 2015; Masset, 2017], парков и прочих культурных и хозяйственных объектов [Росса, 2007; Urban Park..., 2011; Philips, 2013]. Направления, разрабатываемые и реализуемые стили городского ландшафтного дизайна и варианты озеленения в их составе должны базироваться на научной основе современного землеустройства, рационального землепользования, создания насаждений и ухода за ними. Последние должны активно использоваться в ландшафтной архитектуре, землеустройстве, а также при корректировке (при необходимости) градопланировочных [Куприянов, 2004; Ерохин, 2009; Хорошев, 2012] и

нормативно-организационных решений [Волкова, Соболев, 2015] на основе достоверных данных об их видоспецифических биоэкологических характеристиках в конкретной местности как эффективного инструмента управления культурными ландшафтами и экосистемами.

При этом сам процесс создания ландшафтных композиций, безусловно, с использованием зеленых насаждений, осуществляется как на основе государственной системы управления территориальным планированием [Дроздов и др., 2006; Гостищева, 2013; Груздев, 2014; Региональное управление ..., 2015], так и в различных корпоративно-коммерческих целях [Уффелен, 2010; Коротаяева, 2014; Буров, 2017; Philips, 2013]. В современной городской ландшафтной архитектуре должен быть предусмотрен весь комплекс пространственно-временных связей, в том числе оптимальные в экологическом плане вещественно-энергетические круговороты между природными и искусственными компонентами должны обеспечивать экологическую стабильность создаваемых культурных ландшафтов. Это реально реализовать, в частности, с помощью компетентного (с научной точки зрения) зеленого строительства [Авдеева, 2008; Воронина, 2012; Weilacher, 2007; Booth, Hiss, 2011; Larionov et al., 2018], чтобы обеспечить функциональность имеющихся и создаваемых экологических каркасов на различных территориях урбандиапазонов [Гусева, Невзоров, 2005].

В настоящее время интродукция растений в градостроительном комплексе предусмотрена для озеленения больших пространств населенных пунктов и разнообразных техногенно трансформированных районов, реконструкции имеющихся насаждений, оптимизации природопользования [Методическое руководство и технические..., 2001; Семенютина, 2005; Бабич и др., 2008; Xu et al., 2011; Chen, Wang, 2013], биологической защиты окружающей среды [Бобылев, Ходжаев, 2003], создания устойчивых экокаркасов городов [Авдеева, 2008; Никулина, 2010; Ларионов, 2015; Ошмарина, 2015].

Кроме того, интродукция и высадка соответствующих групп растений в значительной степени способствует минимизации напряженности между природными и социально-техногенными компонентами городской среды [Davoine et al., 2009], экологической реабилитации почвенного покрова и ослабленных ландшафтов транспортной, строительной и иной хозяйственной деятельностью [Большова, 2010; Костюков, 2012; Ларионов, 2015; Cottenie et al., 1978; Yang et al., 2005; Slaski et al., 2006], надежной формой «биологического благоустройства» экологически проблемных городских участков [Анопин, 2011], что в совокупности отвечает принципам современной экономики городского природопользования и представляет очевидные эколого-экономические перспективы в городском хозяйстве, реализуемые, прежде всего, в странах с передовой экономикой [Siebert, 2005; Pauleit, 2011; Jaffal et al., 2012; Laforteza et al., 2013].

Для успешной интродукции растений в современные населенные пункты, в том числе для создания экологически стабильных экосистем, огромное значение придается исследованию вопросов биологии и экологии растений из состава используемого и перспективного

озеленительного ассортимента [Бухарина и др., 2012; Терешкин и др., 2013; Любимов и др., 2015; Trulevich, 1986; Lubimov et al., 2016]. Можно с большой уверенностью предполагать, что данные направления озеленительной практики, в структуре которой ведущее место занимает интродукция растений с требуемыми биоэкологическими показателями к конкретным природным условиям, не утратят своей актуальности и в будущем.

Научно-теоретические основы интродукции растений раскрываются в ряде работ видных отечественных (В.П. Малеев, Н.А. Аврорин, Ф.Н. Русанов, Н.А. Базилевская, М.А. Бескаравайная, А.М. Кормилицин, Н.В. Трулевич и др.) и зарубежных (G. Bonnier, A.J. Coombes, C.J. Van Gelderen, D.M. Van Gelderen и др.) исследователей [Малеев, 1933; Аврорин, 1966; Русанов, 1971; Базилевская, 1981; Бескаравайная, 1982; Трулевич, 1983; Sivers, 1914; Bonnier, 1920], что очень важно в озеленительных работах [Coombes, 2000; Van Gelderen, Van Gelderen, 2000; Slaski et al., 2006].

Естественно, большое внимание уделялось практическим основам создания зеленых насаждений. В разные годы разрабатывались подходы и методы реализации и повышения эффективности интродукции растений для последующих различных практических задач [Русанов, 1971; Кормилицин, 1979; Базилевская, 1981; Заигралова, Кабанов, 2006; Martynov, 2011].

К сегодняшнему моменту вполне очевидно, что предложенные методы интродукции растений не достаточно приемлемы для озеленительной практики ввиду различий природно-климатических и экологических условий в разных географических регионах [Ахматов, 1976; Скворцов и др., 1979; Зайцев, 1983; Коровин и др., 2001; Степанюк, 2005; Белюченко, 2007; Бабич и др., 2008; Манханов, 2015; Саодатова, Ершова, 2016; Арестова, Арестова, 2017; Benett, 1960; Krussmann, 1983; Kozlowski, Pallardy, 2002; Grimshaw, Bayton, 2009]. Необходим комплексный подход к экологическому анализу ресурсов интродукции древесных растений. Большое значение имеет изучение и анализ видового состава, установление экологических критериев развития и качества репродуктивного материала древесных растений из природных и искусственных экосистем на определенных территориях.

«Экологический метод интродукции растений» опробован и получил распространение у современных исследователей, о чем свидетельствуют научные работы В.Б. Любимова, В.Б. Любимова и соавторов [Любимов, 2002₆; Любимов, 2012; Любимов и др., 2015; Lubimov et al., 2016]. Использование итогов интродукции позволяет обогатить озеленительную практику [Герасимова, 2017], улучшить состояние насаждений и создать условия реализации ими природных средообразующих и средостабилизирующих функций [Любимов, 2002₆; Азарова, 2007; Кулагин и др., 2010], обеспечить защитные качества [Кулагин, 1994; Воскресенский, 2011] и повысить декоративные свойства посадок [Сперанская, 2007; Дубовицкая, Золотарева, 2010; Эргашева, 2013; Герасимова и др., 2017].

На данный момент работы по изучению экологии древесных растений для их успешной интродукции в урбосистемы, а также разработка новых подходов, приемов и методов самой интродукции растений являются актуальными для севера Нижнего Поволжья. Объясняется это необходимостью исследований перспективности введения в культуру хозяйственно и экологически ценных видов древесных растений с использованием дифференцированного подхода вследствие их различий в составе и структуре зеленых насаждений и особенностям природно-географических условий конкретных районов. Поэтому исследовательские работы данного направления имеют весомое научное и практическое значение.

1.3. Актуальность поиска и обоснования возможностей для оптимизации состава и структуры урбозкосистем

Традиционно в Саратовской области большое внимание уделялось изучению флористического разнообразия и особенностей растительных сообществ. В большей мере это касается центральной части области и ряда районов Левобережья. Например, сообщается, что видовой состав древесных растений из местных природных экосистем достаточно беден даже для областного центра [Давиденко, Маркова, 2015; Соловьева, Терешкин, 2015]. Разные типы озеленительных структур (линейные, площадные, группами и т.д.) в Саратове созданы благодаря использованию древесных интродуцентов [Заигралова, 2002; Заигралова, Кабанов, 2006, 2016]. В остальных населенных пунктах региона озеленительная работа и, включительно введение в состав древесных насаждений аборигенных видов и интродуцентов, проводилась в меньшем объеме и в значительной степени стихийно [Балина, 2001; Инфантов, 2012].

В Правобережье наиболее изученной в биоэкологическом плане является его восточная и фрагментарно центральная части. В меньшей степени биоэкологическими исследованиями охвачены западные районы саратовского Правобережья. Отдельные данные имеются о фитоценологических особенностях относительно сохранившихся природных ландшафтов [Давиденко и др., 2011]. Имеются фрагментарные сведения о редких видах растений данной территории [Архипова, 2015]. Существенное внимание уделялось изучению лиственных и хвойных лесов [Болдырев, 2002, 2003, 2005; Вишневская, 2007; Степанов, 2002, 2009; Горина, Золотухин, 2011].

Сообщается, что в пригородной зоне городов Правобережья лесные массивы и лесонасаждения испытывают рекреационный стресс, в частности, в районе г. Саратова [Болдырев, 2001; Гребенюк, 2006], г. Балашова и ряда других населенных пунктов [Ларионов, Ларионов, 2017; Zolotukhin, Zanina, 2015]. Наиболее чувствительны для древесных растений в эколого-деградационном плане транспортная и другие виды хозяйственных нагрузок [Невский, 2003; Ларионов, 2012; Ларионов и др., 2016].

Внушительный вклад в изучение экологических вопросов интродукции растений внесли сотрудники Ботанического сада Саратовского государственного университета (отдел интродукции), в том числе под руководством И.Б. Миловидовой, исследовавшей состав насаждений и включительно представителей растений-интродуцентов ряда поселений Правобережья Волги и, в первую очередь, города Саратова [Шилова, Худякова, 2010]. Существенное значение для региона представляет исследование реальных и перспективных к интродукции древесных растений специалистами дендрария НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов), в том числе его нынешнего руководителя Е.А. Арестовой. Ею исследовались физиологические и морфологические особенности роста и развития использованных в озеленении представителей культурной дендрофлоры и перспективных к интродукции видов преимущественно на примере урбанизированных территорий центральной части области [Арестова, 2017; Арестова, Арестова, 2017]. В дендрарии учебно-исследовательского лесничества «Вязовское», расположенном в Татищевском районе (соседнем с Саратовским районом), также выполняются исследования адаптаций и состояния древесных интродуцентов в соответствии с местными средовыми условиями [Заигралова, 2002; Ломадзе, 2009].

Оценкой состояния древесных насаждений и древесных интродуцентов в их составе занимался ряд саратовских исследователей: Г.Н. Заигралова, С.В. Кабанов, О.В. Азарова, Е.Н. Богачкина, Т.Н. Давиденко, К.Ф. Маркова, О.Б. Сокольская, А.В. Терешкин и другие [Заигралова, 2002; Заигралова, Кабанов, 2006, 2016; Азарова, 2007; Богачкина, Азарова, 2015; Давиденко, Маркова, 2015; Сокольская, 2016; Терешкин и др., 2013, 2017]. Определенное внимание заслуживают работы по определению адаптивных свойств растений в составе насаждений с разным уровнем антропогенной нагрузки [Березуцкий, 2001; Заигралова, Кабанов, 2006; Косцова и др., 2011; Ларионов, 2012; Ларионов и др., 2016].

Имеются фрагментарные данные по составу и некоторым экологическим особенностям культурной дендрофлоры, в том числе интродуцентов, в правобережных районах Саратовского региона [Заигралова, 2002; Золотухин, 2006; Инфантов, 2012; Ларионов, 2012, 2015_а; Ларионов и др., 2016]. На примере населенных пунктов правобережных районов региона существенный вклад в изучение биологии и экологии древесных видов, перспективных для введения в культуру растений этой группы, в том числе характеристик их толерантности к климатическим условиям данной территории, внесли результаты исследований В.Б. Любимова [Любимов, 2002, 2012]. Они представляют сейчас весомое значение для современной теории и методологии интродукции древесных растений в урбоэкосистемы на территориях с засушливым характером климата. Также заслуживают определенное внимание некоторые результаты, полученные рядом авторов на примере территорий Балашовского района [Балина, 2001; Ломадзе, 2009], Балашовского и Аркадакского районов Саратовского региона [Котова, 2011].

В целом, эколого-интродукционные исследования в регионе имеют внушительную историю [Заигралова, 2002; Заигралова, Кабанов, 2006; Ерусланов, Сокольская, 2017]. Они

представляют перспективное направление биоэкологических изысканий, особенно в удаленных от областного центра районах. Последние остро нуждаются в обновлении и реконструкции насаждений. Необходимы новые сведения о биоэкологических параметрах древесных растений, включительно ценных и перспективных их представителей в совокупном хозяйственно-экологооптимизирующем отношении.

Актуальность интродукционных исследований в Саратовской области, в особенности в правобережных муниципальных районах, объясняется объективной необходимостью выявления биоэкологических показателей древесных растений, которые могут позволить решать практические вопросы планомерного обновления, реконструкции и создания новых насаждений различных категорий с учетом местных почвенно-метеоклиматических условий. Это зафиксировано даже в официальном документе под названием «Стратегия озеленения населенных пунктов Саратовской области» [Об утверждении Стратегии озеленения..., 2017], предусмотренной к реализации до 2040 года во всем субъекте, а также в госпрограмме «Охрана окружающей среды, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов Саратовской области...» [Об утверждении государственной программы..., 2017], что соотносится с декларируемой идеей поступательного эколого-хозяйственного развития региона [Об утверждении Стратегии социально-экономического..., 2017].

Необходимость создания насаждений из состава аборигенной и культурной дендрофлоры урбаносредообразующего, урбаносредооптимизирующего (в первую очередь, для создания и поддержания комфортных для жителей эколого-микроклиматических условий), эколого-защитного, эколого-реабилитационного назначения и также для повышения визуально-эстетической привлекательности урбанизированных и пригородных территорий Саратовского Правобережья обозначена в научных работах В.Б. Любимова и В.Г. Зиновьева, М.В. Ларионова и пр. [Любимов, Зиновьев, 2002; Ларионов, 2012; Самойлова, Ларионов, 2015; Ларионов, Ларионов, 2016_а].

Подобное требуется реализовывать в различных функционально-планировочных зонах современных городов – рекреационных, общественно-деловых, жилых, производственных, транспортных. Это чрезвычайно необходимо для современных поселений Саратовской области, характеризующихся, в целом, нарушенной структурой зеленых насаждений и особенно нуждающихся в создании новых насаждений, в том числе из состава перспективных видов древесно-кустарниковых растений, результаты исследований по которым приводятся далее в данной работе.

Исследования экологических параметров древесных растений являются важной составляющей биоэкологических исследований, позволяющих установить и проанализировать особенности их развития и адаптаций при соответствующих значениях лимитирующих средовых факторов в территориальном аспекте. Это, в том числе, полезно для формирования

фундаментальной базы, являющейся научной и методологической основой для озеленительных работ, которые необходимы для многих городов региона в сегодняшнем времени.

Введение ценных в экологическом и хозяйственном отношении древесных растений в условиях урбоэкосистем Саратовской области представляется экологизированной хозяйственной деятельностью. Это доступная и при этом эффективная форма экологического благоустройства населенных территорий нашего региона, заключающего в себе природно-климатические особенности преимущественно северной части Нижнего Поволжья.

Можно резюмировать, что вопросы биологии и особенно экологии многих растений, перспективных для озеленения городов и сел Саратовской области, продолжают оставаться недостаточно исследованными. Они сохраняют свою научно-теоретическую и практическую значимость.

Анализ публикаций по теме диссертации показал лишь фрагментарную изученность видового состава и экологии древесных растений, а также недостаточность работ по их интродукции в экосистемы населенных пунктов Саратовской области, особенно в удаленные поселения от областного центра и с учетом разнообразия физико-географических и погодноклиматических особенностей региона. Это в совокупности позволило выявить целесообразность исследований по теме диссертации.

Глава 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Географическое положение и хозяйственно-экономические связи

Саратовская область располагается на юго-востоке Восточно-Европейской равнины. В основном область занимает северную часть Нижнего Поволжья и незначительно юго-запад Среднего Поволжья [Горшкова, 2015]. Территория преимущественно вытянута с запада на восток, что накладывает определенный отпечаток на ландшафтных и климатических характеристиках региона, о чем пойдет речь в следующих пунктах (2.2–2.4).

Обладает важным в хозяйственно-экономическом отношении логистическим положением, поскольку граничит (приложение 1, рисунок 1.1): с Центрально-Черноземным экономическим районом (Воронежская область) со сравнительно развитыми транспортным, индустриальным и сельскохозяйственным комплексами; со Средним Поволжьем (Тамбовская, Пензенская и Самарская области); с остальными регионами Нижнего Поволжья посредством общей административной границы с Волгоградской областью; с сопредельным государством – экономическим партнером России – Республикой Казахстан [Учебно-краеведческий атлас..., 2013; Доклад о состоянии..., 2018].

Изображения (условные значки и линии ключевых транспортных направлений) на рисунке 1.1 приложения 1 также наглядно свидетельствуют о явной ориентации регионального народного хозяйства в сторону развития транспортного сообщения на основе весьма выгодного географического положения. Транспортная сфера интегрирована с крупнейшими объектами сельского и лесного хозяйства, энергетики, индустриального комплекса и, конечно, со сферой торговли и услуг. К сожалению, как следует из данной картосхемы и из официальных источников [Саратовской области – 80 лет..., 2016; Постановление Правительства Саратовской области от 30.06.2016 г..., 2017; Доклад о состоянии..., 2018], наиболее развитой с точки зрения хозяйственного потенциала является агломерация, включающая г. Саратов и вокруг него. На периферии от областного центра экономическая ситуация менее радужная.

2.2. Ландшафтные, геологические и геоморфологические особенности

Традиционно на территории Саратовской области выделяют три ландшафтные зоны – степную, лесостепную и полупустынную [Горшкова, 2015], из которых наибольшая площадь (порядка 78 процентов) приходится на степную зону, а наименьшая – на полупустынную (5 процентов) [Доклад о состоянии..., 2018]. Тем не менее, данное физико-географическое деление территории субъекта в полной мере не отражает ландшафтного разнообразия, так как местные климатические особенности определяются, в том числе спецификой и уникальностью природных условий в пределах соответствующих физико-географических провинций,

ландшафтных районов и конкретных ландшафтов. Эти физико-географические единицы, как раз, и определяют метеоклиматические, почвенные и экосистемные особенности, характерные преимущественно северу Нижнего Поволжья, где располагается регион наших экологических исследований.

На рисунке 1.2 приложения 1 представлена среднемасштабная карта ландшафтного районирования, приведенная саратовскими учеными-географами В.З. Макаровым и соавторами [Ландшафтное картографирование..., 2013]. Данное изображение наглядно показывает, что в трех природных зонах располагаются семь физико-географических провинций и тридцать три ландшафтных района, обуславливающих геосистемное и экосистемное разнообразие региона. К примеру, на территории Правобережья выделяется четыре физико-географических провинции (Окско-Донская низменно-равнинная лесостепная, Приволжская возвышенно-равнинная лесостепная, Донская низменно-равнинная степная и Приволжская возвышенно-равнинная степная) и восемнадцать ландшафтных районов.

Районы экспедиционных исследований и наблюдений располагались в описанных далее физико-географических провинциях. Романовский муниципальный район (западное Правобережье, лесостепная зона) находится на территории Окско-Донской низменно-равнинной лесостепной физико-географической провинции.

Большая часть Самойловского муниципального района (юго-запад Правобережья Саратовской области, степная природная зона) расположена в Донской низменно-равнинной степной провинции. Его восточная часть – в Приволжской возвышенно-равнинной степной провинции.

Балашовский район (западная и юго-западная части Правобережья, степная зона) целиком находится в Донской низменно-равнинной степной провинции.

На территории Аркадакского района (западное Правобережье, лесостепная зона) выделяются три ландшафтных провинции: Донская низменно-равнинная степная – в его западной части, Окско-Донская низменно-равнинная лесостепная – на севере и Приволжская возвышенно-равнинная степная – на востоке данной административно-территориальной единицы.

Приволжская возвышенно-равнинная степная ландшафтная провинция также охватывает Калининский муниципальный район (южная часть центрального Правобережья, северостепная подзона).

Аткарский муниципальный район (центральное Правобережье, северостепная подзона) включает две ландшафтные провинции. Его северная часть расположена в Приволжской возвышенно-равнинной лесостепной, а большая часть района (западная, центральная, южная и восточные части) – в Приволжской возвышенно-равнинной степной провинции.

Ландшафтные особенности Краснокутского района (южная часть Левобережья Саратовской области) определяются физико-географической спецификой сложения провинции Сыртового низменно-равнинного степного Заволжья.

Таким образом, территория Саратовского региона имеет четкую ландшафтную дифференциацию. Она включает уникальные ландшафтные районы и ландшафты, достаточно контрастные по своим физико-географическим особенностям, определяющие в свою очередь структурную организацию, продуктивность, динамические характеристики и иные экологические показатели наземных и водных экосистем, включительно соответствующий характер растительности.

Территория области находится на юго-востоке Восточно-европейской платформы, охватывает Окско-Донскую низменную равнину (западная часть области), Приволжскую возвышенность (северная, центральная и южная части Правобережья), Сыртовую равнину (преобладает в Левобережье) и Прикаспийскую низменную равнину, расположенную в юго-восточной части области [Учебно-краеведческий атлас..., 2013].

В субъекте очевидно «закономерное чередование возвышенных и низменных участков» в преимущественном западно-восточном направлении, что также является климатообразующим фактором [Алексеевская, Крылова, 1987]. Общий равнинный характер, а также четко выраженная ступенчатость, холмистость, балочность, овражность, с возвышениями и впадинами являются наиболее общими геоморфологическими особенностями Саратовской области [Доклад о состоянии..., 2018], определяемые «глубоким погружением кристаллического фундамента, который перекрыт мощной толщей осадков, преимущественно палеозойских» [Алексеевская, Крылова, 1987]. Наблюдаются эрозионные явления, причинами которых являются описываемая в данном пункте специфика геологической структуры и хозяйственная деятельность [Доклад о состоянии..., 2018], способствующая деградации ландшафтов и экосистем [Невский, 2003; Ларионов, 2015_в].

На формирование форм мезорельефа большое влияние оказало четвертичное оледенение. Возвышенные территории характеризуются останцово-увалистым типом рельефа. Выражен ступенчатый характер склонов, с балками и большим количеством оврагов, промоин. Геологическое строение данных участков определяет эрозионно-денудационные процессы. На некоторых участках отмечены оползневые и карстовые процессы.

Аккумулятивные равнинные комплексы (Окско-Донская низменная равнина) являются более молодыми (в геохронологическом плане). Они характеризуются относительно выровненной поверхностью, с некоторыми поднятиями и понижениями. Встречаются балки, а также овраги.

Более древними являются аккумулятивные равнинные комплексы Заволжья. Они развивались во внеледниковой области. Рельеф представлен чередованием выровненных участков с микроповышениями, буграми, балками, впадинами [Алексеевская, Крылова, 1987].

Район стационарных исследований располагался в экосистемах поселений, расположенных в Донской низменно-равнинной степной провинции. Преимущественный характер рельефа определяется особенностями слабовсхолмленной равнины, где выделяются малые уклоны в общем южном направлении. Достаточно выражена овражно-балочная сеть. Длина балок и оврагов может варьировать от нескольких метров, десятков и сотен метров до более десяти и более километров, что отчетливо различимо на космоснимках. Глубина оврагов может достигать значений в несколько метров. В большей мере выражен водораздел р. Хопер в северной и северо-восточной частях бассейна. Пойменный рельеф, в основном, относительно ровный, изрезан притоками Хопра, разнообразными протоками, прирусловыми валами, многочисленными старицами. Геоморфологическое оформление Прихоперье приобрело на этапе четвертичного оледенения. Пойма занята линейнообразными лесными массивами (тянущихся вдоль Хопра и его притоков) и луговой растительностью [Вишневская, 2007].

2.3. Характеристика почвенного покрова, гидрографии и климата

Почвенный покров Саратовской области характеризуется относительным разнообразием. В первую очередь это касается черноземных почв [Гришин и др., 2011]. По площади доминируют черноземные почвы (50,4%), далее следуют каштановые почвы (30%), солонцы занимают 11,5% от площади региона. Аллювиальные почвы и некоторые другие типы почв, соответственно, составляют 6,3% и 1,8% от общей территории области [Учебно-краеведческий атлас..., 2013; Доклад о состоянии..., 2018]. Содержание гумуса варьируется в пределах от 1,5 до 3% в почвах каштановых и светло-каштановых, от 5,5 до 8,0% – в черноземах типичных, черноземах слабо-выщелоченных. К сожалению, в сельскохозяйственных угодьях в последние годы отмечается падение содержания гумуса [Доклад о состоянии..., 2018].

Земельные ресурсы характеризуются высокой степенью хозяйственной освоенности. Хозяйственное освоение земель связано с традиционной ориентацией регионального народного хозяйства на аграрное производство, а также с развитием транспортного, торгового секторов, функционированием коммуникаций, объектов энергетики и некоторых отраслей индустриального кластера экономики [Учебно-краеведческий атлас..., 2013]. Кстати, наибольшая площадь земельных ресурсов региона занята сельскохозяйственными угодьями (около 85% в структуре земельного фонда). Для сравнения: на земли лесного фонда приходится всего 5,5% (очень низкое значение лесистости). Земли населенных пунктов составляют 3,6%.

На территории Окско-Донской низменной равнины выделяются черноземы типичные (Северо-Замедведицкий почвенный район) и обыкновенные (Западно-Замедведицкий почвенный район). Обыкновенные черноземы характеризуются меньшей мощностью профиля в сравнении с черноземами типичными, что связано с местными ландшафтными особенностями и

усилением аридности климата. В юго-восточной части района выделяются черноземы южные, солонцы [Доклад о состоянии..., 2018].

В районах на юге региона встречаются варианты каштановых почв и почвы, характерные преимущественно для засушливых экосистем. Почти 81% территории образовано черноземами и каштановыми почвами [Гришин и др., 2011; Доклад о состоянии..., 2018]. Солонцовые, аллювиальные почвы и прочие типы почв занимают до 19% территории района исследований. Но наиболее распространены такие почвы, как чернозем обыкновенный, чернозем выщелоченный. В частности, на террасах реки Хопер доминируют черноземы выщелоченные, а в пойменных экосистемах – чернозем оподзоленный, а также суглинистые, супесчаные почвы. По склонам водоразделов развит чернозем обыкновенный маломощный. Чернозем обыкновенный среднемощный все-таки является наиболее распространенным среди других почвенных типов и подтипов Правобережья [Вишневская, 2007; Учебно-краеведческий атлас..., 2013].

По районам экспедиционных исследований можно детализировано привести следующую характеристику. Самойловский район (юго-запад Правобережья Саратовской области, степная природная зона) характеризуется доминированием черноземов обыкновенных.

В Балашовском районе (западная и юго-западная части Правобережья, степная зона) распространены черноземы обыкновенные. В северной части этого муниципального района, по административной границе с Турковским районом, встречаются и черноземы типичные (распространены в последнем названном административном образовании) [Доклад о состоянии..., 2018]. Вокруг города Балашова почвенный покров представлен в основном черноземом обыкновенным. Встречаются незначительно пойменные почвы. В пределах города распространены преимущественно разные варианты городских почвогрунтов [Ларионов, 2015_в].

Черноземы типичные, черноземы обыкновенные определяют характер почвенного покрова Романовского района (западное Правобережье, зона северной и типичной степи).

В Аркадакском муниципальном районе (западное Правобережье, лесостепная зона) аналогично Балашовскому району преобладает чернозем обыкновенный.

Преобладающими типами почв Калининского муниципального района (южная часть центрального Правобережья, северостепная подзона) являются черноземы обыкновенные, а также черноземы южные.

В Аткарском районе (центральное Правобережье, северостепная подзона) распространены чернозем обыкновенный, чернозем обыкновенный с солонцами.

Наибольшего распространения в Красноармейском районе (зона типичной степи, прилегающая территория к правому берегу р. Волга, юго-восточная правобережная часть региона) получили черноземы обыкновенные.

Почвенный фон Краснокутского района (южная часть Левобережья Саратовской области, зона типичной и сухой степи) имеет существенные отличия от выше перечисленных

административных территорий. Здесь распространены темно-каштановые почвы, а также каштановые карбонатные почвы, что определяется ландшафтными и климатическими особенностями зоны типичной и сухой степи с явным аридным характером природных условий [Доклад о состоянии..., 2018].

В составе лесных древостоев доминируют особи клена остролистного, березы повислой, представители вязов и лип, дуба черешчатого. В частности, в пойме Хопра посредством отложений песка, ила развиты наносные почвы. Пойменные геокомплексы заняты лесными и луговыми экосистемами, а также экосистемами рукотворного генезиса из лесных, плодово-ягодных растений и ряда сельскохозяйственных культур, что отмечается, как для природных экосистем, так и для населенных пригородных территорий [Вишневская, 2007].

Ресурсы поверхностных вод Саратовской области пространственно дифференцированы [Учебно-краеведческий атлас..., 2013]. Реки неравномерно распределены по трем основным бассейнам рек Волги и Дона, а также бассейн Камыш-Самарских озер. Наиболее густая сеть поверхностных водоемов располагается в центральной и правобережной частях области. Река Волга является главной водной артерией региона, имеющей огромное хозяйственное значение. Является судоходной. По ней принято деление региона на правобережную и левобережную части [Доклад о состоянии..., 2018].

Течение рек Правобережья, в целом, медленное (сказывается равнинный характер местности). Их русла достаточно хорошо разработаны [Ларионов, 2015_в]. Отличительной особенностью является относительная обеспеченность ресурсами пресных поверхностных естественных и искусственных (в основном, прудов) водоемов [Шорохова и др., 2017].

Хопер представляет крупнейшую речную систему в западном Правобережье. В меженные сезоны это, в целом, спокойная, неполноводная река. Ширина русла колеблется от 10–15 до почти 120 метров. На плесах глубина может достигать отметок в 10 метров, на перекатах – всего до полуметра. Берега, в общем, пологие, на излучинах – крутые, местами и обрывистые. Пойма имеет ширину 1300–3500 метров. Многочисленны различной величины протоки, небольшие слабопроточные гидрообъекты и старицы [Учебно-краеведческий атлас..., 2013]. В некоторых местах пойма заболачивается. Характерен процесс зарастания берегов, в ряде мест отмечены очаги эрозии береговых территорий, что связано с геологическими особенностями русел, прирусловых комплексов и в том числе из-за антропогенно-деградационной деятельности общества [Шорохова и др., 2017]. В настоящее время не имеет транспортного значения (река не судоходна вследствие существенного обмеления и зарастания берегов) за исключением локальных передвижений жителей и специалистов государственных служб (территориальных органов Рыбнадзора, МЧС) на лодках и катерах.

Ввиду географического положения (в том числе и из-за удаленности от Атлантики) и существенного варьирования ландшафтных особенностей климат Саратовской области характеризуется некоторым разнообразием. Климат области в наиболее полной мере отражает

особенности северной части Нижнего Поволжья. Тем не менее, он является относительно засушливым [Учебно-краеведческий атлас..., 2013], с явными признаками аридизации [Любимов, 2002₆]. В настоящее время климат Саратовской области определяется, как умеренно-континентальный согласно среднерегиональным метеорологическим значениям. Континентальность, объемы солнечной радиации и относительная аридность климата усиливаются с северо-запада на юго-восток [Доклад о состоянии..., 2018]. Следует отметить, в степной зоне, занимающей максимальную площадь субъекта, климат, в целом, явно засушливый, с весьма знойным летом. На большей территории области нередки засухи, суховеи. В зимний период часты аномальные холода, также отмечен дефицит осадков. В степной и полупустынной зонах показатели испаряемости выше среднегодовой суммы атмосферных осадков [Алексеевская, Крылова, 1987].

Основные среднегодовые климатические показатели выглядят следующим образом. В западной части региона (г. Балашов) амплитуда температуры воздуха равняется 32°C , в центральной части (г. Саратов) она достигает $33,5^{\circ}\text{C}$. Годовая сумма атмосферных осадков выше 550 мм в северо-западных районах области. В частности, в г. Балашове она составляет 570 мм/год, в г. Ртищево – 579, в с. Пады – 593, в г. Аркадак – 600 мм/год. Львиная доля атмосферных выпадений приходится на теплый (летний) период года, который продолжается около 4,5 месяцев: середина мая – середина сентября. 160 мм – таков среднегодовой параметр объемов осадков за теплый сезон. В течение него преобладают северные и северо-западные направления движения воздушных масс. Случаются суховеи. Коэффициент увлажнения приближается к единице, что в районе стационарных экспериментальных исследований и камеральной обработки всего фактического материала (Правобережье области) соответствует лесостепной зоне. В анализе использованы значения метеорологических данных Саратовского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [Учебно-краеведческий атлас..., 2013; Саратовский центр по гидрометеорологии..., 2020], которые сведены в табличной форме в приложении 1 (табл. 1.2).

К этим данным надо добавить следующее. Итак, анализ показал, что многие районы Саратовского региона находятся в условиях явного и острого дефицита атмосферных осадков. Прежде всего, это относится к южным, юго-восточным, восточным территориям области, а также к центральной части и к юго-западу. В среднем за период наших исследований наибольшая площадь региона охватывается засушливыми процессами в промежутке середина апреля-месяца – начало и первая декада октября-месяца, полузасушливый период – начало – середина апреля – середина и третья декада октября-месяца; то есть указанные среднегодовые временные диапазоны в теплые сезоны года охватывают вегетационные периоды. В Аткарском, Аркадакском, Романовском муниципальных районах и в окружающих их районах засушливые явления в меньшей степени выражены, чем в Самойловском, Балашовском, Калинском, Краснокутском и в соседних к ним районах [Саратовский центр по гидрометеорологии..., 2020].

Отмечаются систематические неблагоприятные метеорологические и почвенно-климатические условия в регионе. В то же время на серии карт под общим названием «Неблагоприятные природные явления» указано, что среднегодовая вероятность атмосферных засух за конец весны – конец лета в Саратовской области составляет: в районах расположения Аркадака, Романовки, Балашова, Калининска – до 40 процентов; в районе Самойловки – до 50 процентов; в районе Красного Кута ее вероятность выше уже до 70 процентов. Вероятность сильной почвенной засухи, как и в случае с атмосферной засухой, неравномерно распределена по региону. В исследованных нами муниципалитетах она достигает, в среднем, 30 процентов [Учебно-краеведческий атлас..., 2013]. Поэтому для получения полного представления об экологической толерантности древесных растений к этим ведущим ограничивающим факторам окружающей среды в вегетационные периоды в Саратовском регионе требуется проанализировать современные данные, полученные в процессе наших исследований и наблюдений и отраженные в главе пятой, а также в главе шестой.

2.4. Характерные особенности растительности и животного мира

Характер растительности района исследований также отличается разнообразием. Наибольшего видового разнообразия достигают фитоценозы на границе лесостепной и степной природных зон. Сообщества образованы лесостепными, лугово-лесными, лугово-степными и степными видами растений. В лесостепной зоне выражены луговые степи, с зональными разнотравно-пырейно-прибрежно-костровыми, разнотравно-перистоковыльными, разнотравно-тырсовыми растительными сообществами. Типчаково-тырсовые сообщества являются зональными фитоценозами богато-разнотравно-типчаково-ковыльных степей (степная зона) [Вишневская, 2007].

Выровненные степные пространства заняты преимущественно растениеводческими угодьями и пастбищами. Вблизи сельских поселений степные фитоценозы используются также в качестве сенокосных угодий.

Лесные массивы расположены на водоразделах (повышенных участках ландшафтов). Встречаются пойменные леса. В целом, лесопокрытые площади распределены крайне неравномерно. В Правобережье лесопокрытая площадь составляет 11,6%, в Левобережье – всего до 2% [Доклад о состоянии..., 2018]. Основной лесобразующей породой является *Quercus robur* L., особи которого преимущественно вегетативного происхождения [Болдырев, 2005; Вишневская, 2007]. Хвойные леса в основном состоят из древостоев *Pinus sylvestris*. В смешанных лесах распространены *Acer tataricum*, *A. negundo*, представители родов *Salix*, *Elaeagnus*, *Malus*. В пойменных массивах значительно участие *Populus tremula*, *P. alba*, *Alnus glutinosa*. Существенное распространение характерно для *Betula pendula*, *Tilia cordata*, *Sorbus aucuparia*, *Malus sylvestris*, а также для *A. platanoides*, *Ulmus laevis* и ряду других видов. Всего

насчитывается более 30 видов деревьев и примерно столько представителей кустарников. Травянистые растения представлены более 400 видами в разных фитоценозах. Надо отметить, что в составе травяного покрова можно встретить типичные лесные, луговые и степные виды: *Convallaria majalis*, *Aegopodium podagraria*, *Carex hirta*, *C. supina*, *Stellaria holostea* и многие другие [Вишневецкая, 2007]. К сожалению, видовое разнообразие растительности разных ландшафтных зон и подзон сокращается, что обусловлено явными антропогенными причинами [Болдырев, 2001; Невский, 2003; Горина, Золотухин, 2011; Давиденко и др., 2011]. Наибольшего распространения получили разные варианты степных и лугово-степных сообществ, что обусловлено, прежде всего, особенностями местного климата.

Специфичный характер природной растительности Саратовской области определяется преимущественно географическими и экологическими особенностями севера Нижнего Поволжья (в меньшей мере юго-востока Среднего Поволжья). В целом, растительность сформирована в соответствии с физико-географической организацией территории, гидрографией и влиянием засушливого климата.

Особенности климата и ландшафтной структуры обуславливают видовой состав животного мира в районе исследования. Из крупных млекопитающих весьма распространенными являются кабаны, лоси, косули. От возрастания численности зайцеобразных, грызунов в разные годы зависит увеличение популяций лисицы обыкновенной и ряда других хищных млекопитающих, некоторых представителей хищных пернатых, специализирующихся на поимке зайцев и грызунов. Существенное разнообразие пернатых. В отделении от населенных пунктов встречаются стрепет, дрофа, серая цапля, белая цапля, серый журавль и другие птицы [Доклад о состоянии..., 2018].

В природных условиях, в пригородных рекреационных зонах и, особенно, в городах отмечено усиление негативного антропогенного воздействия на объекты окружающей среды. Наиболее острая экологическая ситуация связана с загрязнением атмосферного воздуха, что усугубляется увеличением количества автотранспорта [Доклад о состоянии..., 2018]. Под непосредственной экологической угрозой находятся придорожные территории в селитебных и производственных функциональных зонах [Заигралова, 2006; Быкова и др., 2012; Лебедева и др., 2011; Ершов, Ларионов, 2017]. Зачастую уличные насаждения находятся в ослабленном состоянии, структура их бессистемная, расстроенная, уход минимальный либо отсутствует [Азарова, 2007; Кальжанова и др., 2017; Об утверждении Стратегии озеленения..., 2017]. В итоге они утрачивают способность к защите наземно-воздушной и почвенной среды от токсикантов, пыли и других загрязнителей [Ларионов, 2012; Ларионов и др., 2016]. Определенной проблемой для Саратовского региона также являются инвазии разных видов растений [Золотухин, 2006; Вишневецкая, 2007; Инфантов, 2012]. Существенными экологическими проблемами являются снижение видового разнообразия в природных экосистемах, в городских и сельских природно-хозяйственных системах, ветровая и водная

эрозия почв, их загрязнение и потеря плодородия, загрязнение рек и других поверхностных водоемов. В агроландшафтах наблюдается овражно-балочная эрозия, связанная с экстенсивным земледелием [Невский, 2003; Доклад о состоянии..., 2018; Саратовский центр по гидрометеорологии..., 2020]. В итоге происходит снижение гумусированности земельных ресурсов сельскохозяйственного назначения, упрощение структуры и общее падение ресурсной ценности почв под пашнями, лесополосами, противоэрозионными, водоохранными насаждениями и другими категориями лесонасаждений.

Рекреационная деятельность также оказывает давление на различные экосистемы, особенно в пригородных зонах [Болдырев, 2001; Степанов, 2002, 2009], активно посещаемых жителями для отдыха и досуга. Отдых «на природе» в пригородных районах востребован населением ввиду доступности, что обуславливает соответствующий характер рекреационной активности. Наблюдения и обследования древостоев на пригородных территориях района исследований выявили наличие рекреационной и совокупной хозяйственной деятельности населения (строительства придомовых объектов и разведение личных хозяйств в частных владениях вблизи лесных ценозов, сенокосения, выпаса домашних животных на лесных опушках и лугах вблизи лесных массивов, лесохозяйственной работы). Эта деятельность способствует трансформации природных сообществ, инициирует процессы упрощения их структуры [Золотухин, 2006; Вишневская, 2007]. В частности, А.А. Вишневская указала на определенную инвазионную опасность *Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica* для дубовых лесов Саратовского Прихоперья [Вишневская, 2007].

Недостаточность и, по сути, отсутствие работ по созданию почвозащитных и водоохранных лесонасаждений также не способствует замедлению деградиционных и в их числе эрозионных процессов в почвенной среде агроландшафтов. Дефицит древесных насаждений, бедность их видового состава и ослабленное состояние, в целом, характерны также для пригородных и городских территорий региона исследований.

Таким образом, выполненный анализ физико-географических и экологических условий Саратовского региона позволяет заключить, что целесообразно продолжение исследований по экологии древесных растений, изучению и анализу эффективных приемов для создания условий экологического оптимума роста и развития организмов данной группы, для их массового размножения и успешного введения в состав урбозкосистем с соответствующими почвенно-метеоклиматическими условиями, а также для оптимизации состава и структуры этих экосистем. Изучение вопроса о состоянии городских и пригородных природно-хозяйственных систем в разных природных зонах Саратовской области также демонстрирует актуальность выполнения экологических исследований, задача которых направлена на проработку и анализ комплекса мер, позволяющих повысить устойчивость, обеспечить декоративность и эколого-защитный эффект существующих насаждений. Это в совокупности определяется необходимостью создания в регионе новых древесных насаждений, способных реализовывать

важные функции по улучшению качества окружающей среды и ее охране от негативных проявлений экологически неблагоприятных факторов в процессе функционирования современной урботехносферы, сформировать условия также и для художественно-эстетической привлекательности озелененных городских территорий.

В периферийных от областного центра районах экологическая ситуация существенно лучше. В них в меньшей мере ландшафты и экосистемы подверглись транспортно-производственной трансформации. Последняя, тем не менее, вызывает значительную деструкцию геологической основы и необратимую деградацию почвенного и растительного покрова на значительных площадях. В то же время на этих территориях имеется возможность для развития лесоохранного и лесокультурного растениеводства, деятельности в области лесовосстановления, работ по комплексному природообустройству населенных пунктов, в том числе посредством грамотного и эффективного в эстетическом, хозяйственном и эколого-защитном плане зеленого строительства.

Глава 3. ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Объекты биоэкологических исследований

Объектами исследований служили: представители древесных растений, использованные в озеленении, в том числе из числа интродуцентов на территории Саратовской области; виды древесных растений, перспективные для озеленения, в числе которых и представители природной флоры, характеризующиеся ценными в хозяйственном и экологическом отношении признаками. Объектами экспедиционных маршрутных исследований являлись виды древесных растений, произрастающие в составе природных сообществ и в насаждениях семи муниципальных районов области: Романовского (поселок городского типа Романовка и его окрестности), Самойловского (рабочий поселок Самойловка и его окрестности), Балашовского (город Балашов и его окрестности, села Пады, Рассказань), Аркадакского (город Аркадак и его окрестности, село Малиновка), Калининского (город Калининск и его окрестности), Аткарского (город Аткарск и его окрестности), Краснокутского (город Красный Кут и его окрестности). Первые шесть районов располагаются в Правобережье Саратовской области, последний – в Левобережье. Территориальное расположение пунктов обследований показано на карте рисунка 1.3 (приложение 1), взятой из «Доклада о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области...» [Доклад о состоянии..., 2018].

Представители древесных растений в объектах рекреационного и культурно-исторического назначения – в Городском парке имени Куйбышева, парке в районе автовокзала, сквере в районе комбината плащевых тканей, в насаждениях общего пользования г. Балашова, в составе пригородной зеленой зоны и насаждений вдоль транспортных сообщений, а также в насаждениях Падовского приусадебного парка (памятник природы культурно-исторического, ландшафтного и ботанического значения), в насаждениях жилых зон в селах Пады и Рассказань Балашовского муниципального района служили объектами стационарных биоэкологических исследований.

Экспериментальные биоэкологические исследования и наблюдения (на предмет изучения контейнерного метода выращивания растений, капельного орошения, применения посевных гидроизолированных чехов с подпитывающим через дренаж увлажнением, изучения и анализа динамики водного режима) осуществлялись в урбоэкосистемах указанных выше районов.

3.2. Методы и объем выполненных исследований

Комплексная экологическая характеристика древесных растений заключалась в: анализе видового состава древесных насаждений Саратовского региона (на примере семи муниципальных районов) с установлением процентного соотношения ведущих семейств

рассматриваемых групп по числу видов, характеристике геоэлементов культурной дендрофлоры, исследовании фенологических особенностей развития ее представителей, изучении показателей их экологической толерантности к лимитирующим условиям мест произрастания, определении перспективных видов из числа древесных растений для введения в урбоэкосистемы данного региона.

Маршрутным методом выполнялся сплошной учет деревьев и кустарников в природных и урбанизированных экосистемах [Быков, 1978; Щербаков, Майоров, 2006; Ламеза, Джус, 2008]. Для этого проводились экспедиционные выезды в указанные в п. 3.1 районы. В естественных лесных массивах и в лесонасаждениях учетные маршруты представляли собой прямоугольники длиной до 6–8 км (базисные ходы) и шириной до 1,5 км (боковые ходы). Местоположения маршрутов и расстояния определялись GPS-навигатором. В зависимости от площади и формы лесных массивов количество маршрутов, конечно, варьировалось. В частности, в случае небольших по размерам лесов (до нескольких десятков га), что, в целом, характерно степной зоне, закладывалось по 3–4 маршрута с примерным равным расстоянием между ними, с учетом рельефа местности и антропогенной деятельности (к примеру, в горельниках и местах вырубок маршрутные учеты не проводились). Для большей достоверности и объективности наблюдений и учетов маршрутные обследования осуществлялись параллельно пригородным и междугородним автомагистралям и перпендикулярно им для большего территориального охвата с учетом лесоустроительных материалов. В населенных пунктах маршруты были двух видов: линейные (уличные придорожные насаждения), шириной, равной ширине газонов (как показали наблюдения, чаще от 1–2 м и реже до 5–15 м в зависимости от функционально-планировочных зон и особенностей территориальных объектов в них) и длиной, равной протяженности улиц (в исследованных городах, относящихся к категории «малых», самые длинные, «осевые» (по градостроительной терминологии) улицы составляют до нескольких км). Безусловно, маршрутные учеты в поселениях по возможности производились сплошным способом. Дискретность в линейных и площадных насаждениях, и, соответственно в охватывающих их регистрационных маршрутах, определялась, как раз, проезжими частями и их пересечениями, наличием зданий, инженерных коммуникаций и прочих сооружений, хозяйственных и иного рода объектов.

Сплошным способом встреченные и учтенные виды осматривались, фиксировались в полевом дневнике, фотографировались. Выявлялись особи с лучшим жизненным состоянием и декоративной формой кроны. С наиболее интересных в хозяйственном и декоративном плане экземпляров собирались плоды и семена для экспериментальных исследований [Краткое руководство для геоботанических..., 1952; Бабич и др., 2008; Ламеза, Джус, 2008; Ларионов, 2015₆].

В камеральных условиях происходило определение растений по собранным коллекциям побегов. Данные по результатам изучения видового состава распределялись

дифференцированно посещенным районам и затем по ним составлялись сводные таблицы (приложение 3). Выделялись ведущие семейства и роды по количеству представителей древесных растений. Вычислялись процентные доли участия в них зарегистрированных видов растений. Выделены виды, наиболее распространенные в насаждениях района исследований.

При *определении видовой принадлежности* растений использовались работы С.К. Черепанова [Черепанов, 1995], И.А. Губанова и соавторов [Губанов и др., 2002–2004], Т.Ю. Коноваловой и Н.А. Шевыревой [Коновалова, Шевырева, 2010], Ю.А. Баженова и соавт. [Баженов и др., 2012], П.Ф. Маевского [Маевский, 2014], Л.Н. Хайровой и соавт. [Хайрова и др., 2015]. *Флористическая принадлежность растений* определялась на основе общепринятого флористического районирования регионов земного шара [Тахтаджян, 1978].

Биоэкологическая характеристика растений выполнялась на основе методик, использованных в работах В.Б. Любимова и В.Г. Зиновьева, Н.А. Бабич и соавторов, В.А. Морякиной и соавторов [Любимов, Зиновьев, 2002; Любимов, 2002; Розно, 2005; Бабич и др., 2008; Морякина и др., 2008]. Исследовалось и анализировалось воздействие экологических факторов на рост и развитие древесных растений. Выявлялись и анализировались особенности ответных реакций древесных растений на мощность (силу) воздействия экологических факторов, лимитирующих вегетацию растений в условиях экосистем населенных мест района исследований. Такие аутоэкологические исследования носили комплексный характер, поскольку позволили получить современные достоверные и исчерпывающие сведения об общем, совокупном характере адаптаций древесных растений к средовым факторам в экосистемах поселений района исследований.

Фенонаблюдения за растениями выполнялись посредством методики, разработанной сотрудниками ГБС АН [Методика фенологических наблюдений..., 1975]. Особенности сезонного развития древесных растений изучались в течение всего периода исследований (с 2010 по 2019 гг.) у 48 видов древесных растений (приложение 4, таблицы 4.1, 4.2) в поселениях Саратовского региона, соответственно, где произрастают эти виды.

Регистрировались и устанавливались у древесных растений средневзвешенные значения фенологических периодов для получения современных сведений об особенностях прохождения фенофаз этими организмами, из которых преимущественно сформирована видовая, вертикальная и экологическая структура растительных сообществ в поселениях района исследований. Результаты собственных фенонаблюдений анализировались и сравнивались с данными наблюдений, проведенных ранее: К.В. Балиной для Балашовского района в период с 1994 по 2000 гг. [Балина, 2001], Н.П. Котовой для Балашовского и Аркадакского районов за период с 2002 по 2010 гг. [Котова, 2011], Р.Н. Ломадзе в 2002–2009 гг. в Балашовском районе [Ломадзе, 2009]. Кроме того, даты цветения в районе исследований сравнивались со сроками цветения, зарегистрированными по литературным источникам в населенных пунктах из разных географических регионов – в городах Ташкент, Шевченко, Фрунзе, Брянск, Москва [Балина,

2001; Мельников, 2009; Любимов, 2002, 2012], что позволило определить уровни адаптаций у древесных растений, их экологическую пластичность к природным средовым условиям района исследований. Сравнительный анализ фенонаблюдений и комплексная оценка их надежности осуществлялись методом, разработанным Г.Н. Зайцевым [Зайцев, 1983].

Изучение *пределов экологической толерантности к высоким температурам (жароустойчивость)* древесных растений осуществлялась троекратно за летние сезоны – в июне, июле, августе 2011–2017 гг. – в пятикратной повторности методами Ф.Ф. Мацкова, В.П. Тарабрина и К.А. Ахматова [Мацков, 1936; Тарабрин, 1969; Ахматов, 1972]. Для 41 представителя древесных растений, включенных в эксперимент по определению жароустойчивости, ежегодно определялась летальная температура для листьев и молодых (неодревесневших) побегов. Кроме того, анализ жароустойчивости растений, основанный на сравнении результативности и точности этих методов, осуществлен по методическим рекомендациям В.Б. Любимова, В.Б. Любимова и соавторов [Любимов, 2002; Любимов и др., 2009_a]. Этот вид анализа позволил более полно и при этом детально охарактеризовать экологическую толерантность древесных растений к действию аномально высоких температур.

Пределы экологической толерантности к низким температурам (зимостойкость) древесных растений (у этих же 41 вида) определялись в период 2011–2017 гг. по принятой Советом ботанических садов балльной шкале [Ахматов, 1968; Древесные растения..., 1975]. Соответственно, оценка параметров зимостойкости осуществлялась по общепринятой эколого-диагностической шкале: 1 балл, если растения не подвергались обмерзанию; 2 балла, если у растений обмерзло не > 50% от длины однолетних побегов; 3 балла, если подвергались обмерзанию 50–100% от длины однолетних побегов; 4 балла, если выявлялось обмерзание более возрастных (старых) побегов, 5 баллов в случаях обмерзания надземных частей растений до снежного покрова; при 6 баллах констатировалось обмерзание надземных органов, а при 7 баллах регистрировалось целиковое обмерзание наблюдаемых древесных растений [Древесные растения..., 1975; Любимов, 2002].

Экологическая толерантность интродуцентов к дефициту влаги определялась термостатным методом [Любимов, Зиновьев, 2002; Любимов, 2002]. Полевая влагоемкость (ПВ) для почв исследовалась по стандартной методике [Общесоюзная инструкция..., 1973]. Фиксировалась утрата тургора листьями и молодыми побегами при соответствующих значениях содержания влаги в почвах (в % от ПВ), что позволяло определить значение экологической толерантности растений к дефициту влаги [Любимов, Зиновьев, 2002; Любимов, 2002]. Анализ результатов исследований позволил определить экологически оптимальную влажность для нормальной вегетации растений. Сотрудниками БИ СГУ из химического кабинета предоставлено необходимое лабораторное оборудование и инструментарий (рисунок 2.1 в приложении 2).

Для определения дополнительной нормы снабжения почв влагой (полива) определялся гидротермический параметр (коэффициент K) по следующей формуле: $K=W/R$; W – это валовое, или продуктивное, увлажнение – количество атмосферных выпадений мм/год без свободного стока, R – это радиационный баланс – количество ккал/см² в год [Рябчиков, 1986]. Этот показатель, как раз, характеризует взаимную связь таких лимитирующих факторов, как температурные условия приземного воздуха и содержание в почве влаги.

Теоретическое обоснование перспективности древесных растений для использования в озеленении Саратовской области выполнено на основе рекомендаций, отраженных в описании «экологического метода» по интродукции древесных растений в аридные регионы [Любимов, 2002, 2012]. Сравнивался гидротермический режим в районах естественных ареалов древесных видов с гидротермическим режимом почв в урбоэкосистемах региона исследований. Устанавливалась возможность нейтрализации отрицательного действия лимитирующих факторов на древесные растения. На основе соотнесения собственных наблюдений и материалов выполненных биоэкологических исследований, анализа научной литературы составлен перечень перспективных видов, рекомендуемых для широкого использования в озеленении удаленных от областного центра городов и сел.

В процессе обследования природных лесных массивов находились особи основных лесообразующих видов, с которых собирались плоды и семена. Большое внимание уделялось растениям *Quercus robur* L. и *Sorbus aucuparia* L., отличающимся от среднестатистических особей этих видов габитусом, малой сбегистостью, декоративной формой кроны, размерами плодов. Закладывались опыты с контролем. Изучался рост и развитие молодых растений из собранных желудей. Оценивалась экологическая толерантность среднестатистических растений данных видов и их декоративных форм к лимитирующим условиям (жароустойчивость, морозостойкость) района исследований.

Оценка качества репродуктивного материала проводилась посредством установления и анализа биометрических показателей плодов и семян, процента выхода семян из плодов, определения годичного прироста сеянцев на фоне соответствующих метеоусловий (температура, влажность почвы). Биоэкологические особенности плодов и семян изучались у 14 видов древесных растений, в числе которых также были желуди *Q. robur* L. и трех его декоративных форм, плоды *S. aucuparia* L. и ее декоративной формы.

Результаты выполненных биоэкологических исследований обрабатывались *методом вариационной статистики* [Пузаченко, 2004]. В статистической обработке использован программный пакет Microsoft Excel-2019. Определялись средние арифметические значения и их ошибки ($M \pm m$), дисперсия (σ), коэффициент варьирования вариант (C_v , %), устанавливались значения показателя точности опыта (p , %) и критерия Стьюдента (t).

Оценка возможностей оптимизации роста и развития древесных растений выполнена посредством исследования разных условий их вегетации, в том числе с применением

гидроизолированных посевных контейнеров с постоянной подпиткой влагой посредством дренажа, согласно методическим рекомендациям В.Б. Любимова [Любимов, 2002]. Вегетационные эксперименты по выращиванию древесных растений в открытом грунте и в контейнерах (то есть в вариантах с закрытыми корневыми системами) осуществлены на основе разработанных методических рекомендаций [Белостоцкий, 1979; Любимов, 2002]. В этой части работы фиксировались особенности вегетации при двух указанных выше вариантах экологических условий на примере этих же видов. Также в экспериментах использован экологический метод капельного орошения, описанный в работе М.А. Конганбаевой и В.Б. Любимовым [Конганбаева, Любимов, 1982], что выявило его высокую экологическую и экономическую эффективность. Капельницы и оборудование для экспериментов взяты были у профессора В.Б. Любимова (в количестве 10 шт.).

Обоснование целесообразности создания питомника для биоэкологических исследований древесных растений в Правобережье Саратовской области, территориально представляющим районное и общерегиональное значение, выполнено на основе всего комплекса проведенных биоэкологических исследований.

В течение всего периода работы над диссертацией использованы такие методические приемы, как сравнение и сопоставление научных и справочных данных, полевое описание и фотофиксация изучаемых объектов, методы и приемы экспериментальных исследований, камеральная обработка собранного материала, статистический анализ.

Объем исследований. В процессе исследований проведено 2360 фенонаблюдений, 750 измерений роста побегов растений, обработано 180 образцов почвы для определения ее абсолютной влажности, составлено и обработано 270 вариационных рядов. Лабораторным методом определена жароустойчивость у 41 вида древесных растений, и у этих же видов определена полевыми исследованиями по семибалльной экологической шкале морозоустойчивости. Установлена экологическая перспективность использования в условиях района исследований посевных гидроизолированных контейнеров с постоянным притоком влаги посредством дренажа, контейнерного метода при выращивании посадочного материала и метода капельного орошения. В природных местообитаниях выявлена крупноплодная форма *Q. robur* L., в насаждениях г. Балашова – крупноплодная форма *S. aucuparia* L. Изучены и привлечены новые для Правобережья области виды: *Ligustrum vulgare* L., *Mahonia aquifolium* Nutt., *Ptelea trifoliata* L., *Euonymus europaeus* L., *Cotinus coggygria* Scop.

Глава 4. БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УРБОЭКОСИСТЕМАХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

4.1. Инвентаризация видового состава древесных растений в районе исследований

Данная часть работы в составе диссертационных исследований выполнялась для изучения и уточнения видового разнообразия древесных растений, а также для выявления районов с представителями этих растений, которые могли бы являться перспективным материалом для озеленения. Это крайне необходимо в настоящее время для Саратовской области.

Анализ маршрутных исследований показал, что наибольшим числом видов представлены семейства Rosaceae, Pinaceae, Betulaceae, Caprifoliaceae, Salicaceae (приложение 3, таблица 3.1). Наиболее разнообразный видовой состав деревьев и кустарников выявлен в городе Балашов. Здесь зарегистрировано 200 видов, форм и гибридов (из 77 родов, 28 семейств), в селе Пады – 59 видов, форм и гибридов (из 29 родов, 16 семейств). Далее результаты учетов распределились следующим образом. На территории рабочего поселка Самойловка встречено 33 вида (из 20 родов, 11 семейств), в городе Аткарск – 43 вида (из 32 родов, 17 семейств), в городе Красный Кут – 59 видов, форм и гибридов (из 37 родов, 17 семейств), в г. Аркадак – 34 вида (из 26 родов, 14 семейств), селе Малиновка Аркадакского района – 30 вида (из 22 родов и 12 семейств), в поселке городского типа Романовка – 25 видов, форм и гибридов (из 20 родов, 11 семейств). Достаточный территориальный охват позволил наиболее полно провести обследования, выполнить учеты древесных растений в условиях естественных и искусственных (урбанизированных) экосистем Саратовской области (в пригородных и городских насаждениях, насаждениях в сельских поселениях).

Исследования показали, что видовой состав древесных растений разных районов региона не так уж и разнообразен. Это касается большинства муниципальных районов Саратовского региона.

Обогащение урбоэкосистем региона новыми видами древесных растений крайне необходимо сейчас. Подбирая посадочный материал для обогащения и обновления урбоэкосистем новыми видами древесных растений необходимо добиться того, чтобы растения по внешним признакам и свойствам соответствовали показателям почвенно-климатических условий региона, гидротермическому режиму.

4.2. Флористическая принадлежность и географический анализ древесных растений

Озеленительные работы и в том числе садово-парковое хозяйство на территории Саратовской области имеют внушительную историю, прежде всего по областному центру, что следует из целого ряда научных работ [Заигралова, 2002; Любимов, 2002; Гребенюк, Степанов, 2016; Заигралова, Кабанов, 2016; Ерусланов, Сокольская, 2017]. Тем не менее, необходим поиск доступного озеленительного ассортимента из числа древесных растений для дальнейших работ по реконструкции и обновлению состава зеленых насаждений, что позволит улучшить эстетическое восприятие городских и сельских территорий, а также подобрать материал для живых изгородей и биогрупп с целью экологической защиты окружающей среды от вредного влияния городских стационарных и подвижных объектов.

Континентальность и аридность климата в регионе влияли на видовой состав растений, используемых в озеленении, а также при создании садов, скверов, парков. В ряде садов и парков высаживали дуб черешчатый – *Quercus robur* (усадьба Панчулидзева – ныне городской парк культуры и отдыха в г. Саратове). Клен остролистный – *Acer platanoides*, ясень обыкновенный – *Fraxinus excelsior* встречаются в насаждениях особого ландшафтно-культурно-исторического места в Ртищевском муниципальном районе – в бывшем имении князя Голицына (село Зубрилово). В усадьбе Шахматова в селе Губаревка Татищевского муниципального района отмечено наличие в ассортименте насаждений фруктовых деревьев, включающие сорта яблони, груши, сливы и др. Особи *Pseudotsuga menziesii*, *Picea obovata* обитают в культурных фитоценозах усадьбы «Раздолье» села Пады Балашовского муниципального района. В садах и парках, например, в имениях графа А.Д. Нессельроде в Балтайском муниципальном районе Саратовской области, встречаются представители из рода *Larix*, рода *Pinus* и др.

Пример успешной интродукции представляет видовой состав деревьев и кустарников городского парка им. Куйбышева, который был создан в первой половине двадцатого века в центре города Балашова. Бесспорно, он имеет важное культурное и экологическое значение для этого населенного пункта, являющимся наиболее крупным в Саратовском Правобережье.

Также этот ландшафтно-планировочный объект представляет определенную историческую ценность для всего муниципального района и для области в том числе (находится в историческом центре города). Этот парк является составным (рекреационным) компонентом реализуемого в регионе проекта городская «Доступная среда» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Лжетсуга Мензиеза – *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco
(городской парк им. Куйбышева г. Балашова, 2015 г.)

Городской парк имени Куйбышева также имеет определенный познавательный (образовательный, воспитательный) и культурологический интерес в масштабах всего региона. Он является ядром экологического каркаса города Балашова, снабжен площадными и линейными насаждениями различной конфигурации. Сплошные аллеи и живые изгороди из древесных растений являются зелеными коридорами данного рекреационного объекта, что обеспечивает и поддерживает функциональность экологического каркаса. Данный парк способствует защите окружающей среды от негативного воздействия автодорог и является излюбленной территорией рекреационной деятельности и культурно-массовых видов мероприятий для разных возрастов горожан и селян, проживающих в пригороде. Иными словами он является объектом «мягкого» городского природопользования (в составе землепользования, пользования зелеными насаждениями). В этом рекреационном объекте представлен ряд древесных видов, успешно интродуцированных в Саратовскую область. Парк существует уже более девяноста лет. Поэтому важно детальнее рассмотреть современный видовой состав древесных растений, определяющих видовую, вертикальную и пространственную типы структуры фитоценозов рекреационного, культурного и исторического значения не только для г. Балашов (парк находится в центре поселения еще с дореволюционного периода его развития), но и для всего региона.

Определенным видовым разнообразием древесных растений обладает данный рекреационный объект. Относительно разнообразны также географические источники для привлечения в его сообщества древесных растений: Сев. Америка, Европа, Кавказ, Закавказье, Малая Азия, Иран, Афганистан, Турция, Ср. Азия, Казахстан, Монголия, Сибирь. Внимание в парке привлекают древесные интродуценты, которые повышают устойчивость, декоративный эффект, эстетичность и экологическую значимость насаждений. Например, указанный выше североамериканский вид – *P. menziesii* – значительно отличается от многих других древесных растений по всем биоэкологическим свойствам: габитусу, декоративности, способности адаптироваться к условиям среды и степени ее антропогенного загрязнения в районе исследований (рисунок 1). Растения этого вида, как правило, характеризуются хорошо развитыми, даже в трансформированных и искусственных грунтах, корнями. Именно вследствие этого деревья *P. menziesii* практически не подвержены стрессу ввиду дефицита почвенной влаги в поселениях района исследований. Данное заключение сделано на основе обследований мест произрастания растений указанного вида (городской парк им. Куйбышева, прилегающая территория к бывшему преподавательскому общежитию (№1) БИ СГУ) и наблюдений за растущими экземплярами. Это очень важное биоэкологическое свойство данного вида, полезного для внедрения в культурные и защитные фитоценозы в населенных пунктах Саратовского региона (не только в городе Балашов, но и в других поселениях региона). В сравнении с соседствующей с ней в парке елью обыкновенной – *Picea abies*, характеризующейся поверхностной корневой системой, которая страдает от недостатка влаги в почве. Интерес представляют и такие виды, относящиеся к той же флористической области, как и *P. menziesii*, е. канадская (*P. canadensis*) и е. колючая (*P. pungens*). Они неплохо адаптированы к городским условиям, проявляют экологическую толерантность к аридным явлениям, морозам и техногенному загрязнению. Это показали наблюдения за данными растениями, как в самом парке им. Куйбышева, так и за особями, обитающими на других функционально-структурных территориях Балашова и ряда прочих поселений. Встречаются в парке также единичные и небольшие по числу экземпляров групповые посадки *Thuja occidentalis*, растения балканского обитателя – *Aesculus hippocastanum*. Этот вид, кстати, единично, куртинами и группами встречается на различных городских и сельских территориях Саратовского региона. Очень интересно, что в разных типах посадок, как этого парка, так и в других рекреационных объектах поселений района исследований встречаются деревья *Acer platanoides* – местного вида, *A. saccharinum* – интродуцента из североамериканского континента. Кстати, присутствуют единично в рекреационных, общественно-деловых и жилых зонах городов и поселков Саратовской области также и другие представители этого рода: *A. campestre*, *A. ginnala*, *A. tataricum*.

На различных урбанизированных территориях Саратовского региона линейные и площадные посадки представлены видами из родов *Acer*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Populus*. При этом

многочисленны экземпляры *A. negundo*. Деревья этого вида специально высаживались в составе линейных и площадных посадок, как в данном рекреационном объекте, так и на других функциональных территориях в разных городах и селах Саратовского региона. Перечисленные выше древесные растения произрастают в составе линейных и площадных насаждений названной рекреационной зоны.

Солитерами и реже малыми биогруппами произрастают представители родов *Tilia*, *Betula*, *Syringa*, *Padus*, *Rosa*, *Spiraea*, *Salix*, *Catalpa*, *Berberis*, *Cornus*, *Cytisus*, *Cotoneaster*, *Elaeagnus*, *Lonicera*, *Caragana*, *Picea*, а также *Ulmus laevis*, *Sorbus aucuparia*, *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Thuja occidentalis* и ряд других. Преимущественно одиночными растениями произрастает большинство хвойных, куртинами – некоторые представители хвойных (*Picea*, *Pinus*), а также лиственные (*Tilia*, *Ulmus* и др.).

В городах и поселках Саратовского региона созданы еще и высокодекоративные биологические группы из красивоцветущих кустарников, представляющих родовые комплексы шиповника (*Rosa*), сирени (*Syringa*), жимолости (*Lonicera*), барбариса (*Berberis*) и ряда др. Например, *Rosa canina* L., *R. majalis* Herrm. одиночными экземплярами и малыми группами встречены в рекреационных, жилых и общественно-деловых зонах в гг. Балашов, Аркадак, Калининск, Аткарск, Красный Кут. Остальные представители *Rosa* L. зарегистрированы на территории первого города из приведенных поселений.

Определенный научный интерес представляет и пузыреплодник калинолистный – *Physocarpus opulifolius* (рисунок 2). В Городском парке имени Куйбышева, в Парке Железнодорожников, в насаждениях жилых и реже общественно-деловых зон г. Балашова встречаются одиночные и немногочисленные (группами) экземпляры пузыреплодника *Ph. opulifolius*. Из культурных фитоценозов, расположенных в городе Брянск (западная часть европейской России), собраны семена этого вида. Затем исследованы и проанализированы агротехнические и экологические особенности репродукции, роста и развития данного кустарника.



Рисунок 2 – Цветение *Physocarpus opulifolia* (L.) Maxim.
(Балашов, 2014 г.)

Следует указать, что некоторое время назад в данной рекреационной зоне осуществлялись комплексные работы по уходу и содержанию посадок декоративных деревьев и кустарников [Балина, 2001]. Сейчас благоустроительная деятельность в описываемом городском парке сводится к уходу за цветниками, охране информационных табличек и малых архитектурных форм. Введены в парк несколько особей яйцевидной и овальной форм дуба черешчатого – *Quercus robur*. Формы этого вида, зарегистрированные в природных сообществах некоторых районов, характеризуются декоративностью, габитусом, незначительной сбежистостью ствола, его высотой, яйцевидностью и овальностью крон, величиной и формой желудей. Например, нами замечено, что в 2016 г. было первое плодоношение этих форм в общественно-деловой (возле учебного корпуса №1 БИ СГУ) и рекреационной (Городской парк имени Куйбышева) зонах г. Балашова, что дает возможность для сбора желудей с целью выращивания посадочного материала и его последующего использования в озеленении других населенных пунктов на севере Нижнего Поволжья и на юго-востоке Среднего Поволжья.

Ниже отражено видовое разнообразие древесных растений Городского парка им. Куйбышева, который входил в состав объектов маршрутных и стационарных исследований (по изучению сезонного развития, толерантности к высоким и низким температурам воздуха, дефициту влаги, т.е. к экологическим факторам, лимитирующим интродукцию древесных растений в урбоэкосистемы Саратовского региона). В настоящее время в культурных сообществах этой рекреационной зоны встречаются следующие древесные виды: из сем.

Cupressaceae – *Th. occidentalis*; из сем Pinaceae – *Picea abies*, *P. canadensis*, *P. pungens*, *Pseudotsuga menziesii*; из сем. Aceraceae – *Acer platanoides*, *A. tataricum*, *A. saccharinum*, *A. negundo*; из сем. Berberidaceae – *Berberis vulgaris*; из сем. Betulaceae – *Betula alba*; из сем. Caprifoliaceae – *Lonicerae tatarica*, *Symphoricarpos albus*; из сем. Elaeagnaceae – *Elaeagnus angustifolia*; из сем. Leguminosae – *Caragana arborescens*, *Robinia pseudoacacia*; из сем. Hippocastanaceae – *Aesculus hippocastanum*; из сем. Saxifragaceae – *Ribes aureum*; из сем. Oleaceae – *Fraxinus pennsylvanica*, *Syringa vulgaris*; из сем. Rosaceae – *Crataegus sanguinea*, *Cotoneaster lucidus*, *Rosa majalis*, *Sorbus aucuparia*; из сем. Salicaceae – *Populus balsamifera*, *P. nigra*, *P. italica*, *Salix alba*; из сем. Tiliaceae – *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*; из сем. Ulmaceae – *U. pumila*. Представленный видовой состав указанного рекреационного и культурно-исторического объекта не изменился по сравнению с данными, приведенными в прошлом исследователями, соответственно, восемнадцать и семнадцать лет назад [Балина, 2001; Любимов, 2002]. К сожалению очевиден здесь важный вывод факт, что видовой состав древесных растений в культурных экосистемах района исследований к настоящему времени не обновлялся. Некоторые из этих видов встречаются в разных типах зеленых насаждений в других поселениях Саратовского региона, но, в основном, единично либо малым числом экземпляров. Это относится к паркам, скверам Романовки, Самойловки, Аркадака, Аткарска, а также к придорожным посадкам древесных растений, насаждениям в общественно-деловых и в жилых зонах поселений района исследований.

В целом, в результате исследований было определено, что ассортимент насаждений различного целевого назначения на территории Саратовской области образован 200 древесными видами из 77 родов, относящихся к 28 семействам.

Список представителей аборигенных и использованных в культуре древесных видов, произрастающих в составе урбанизированных экосистем Саратовского региона, приведен в приложении 3. Представительство видов и родов в семействах отражено в таблицах 3.1, 3.2 в этом приложении. Далее в таблице 1 ниже отражен в кратком виде состав представителей древесных растений в урбанизированных экосистемах Саратовского региона.

Таблица 1 – Представительство родов и видов древесных растений в урбоэкосистемах на территории Саратовской области (2019 г.)

Семейства	Кол-во родов	Кол-во видов
1. Aceraceae Lindl.	1	7
2. Anacardiaceae Lindl.	2	2
3. Berberidaceae Torr. Et Gray	2	4
4. Betulaceae C. A. Agardh.	5	16
5. Bignoniaceae Pers.	1	1
6. Caprifoliaceae Vent.	5	14
7. Celastraceae Lindl.	1	2
8. Cornaceae Link.	1	4

9. Cupressaceae F. Neger	4	8
10. Elaeagnaceae Lindl.	3	4
11. Fagaceae A. Br.	1	6
12. Hippocastanaceae Torr. et Gray.	1	1
13. Juglandaceae Lindl.	1	4
14. Leguminosae Juss.	6	9
15. Menispermaceae D C.	1	1
16. Moraceae D C.	1	1
17. Oleaceae Lindl.	4	10
18. Pinaceae Lindl.	6	17
19. Rhamnaceae R. Br.	2	2
20. Rosaceae Juss.	17	50
21. Rutaceae Juss.	2	2
22. Salicaceae Lindl.	2	12
23. Saxifragaceae DC.	3	10
24. Tamaricaceae Lindl.	1	3
25. Taxaceae Lindl.	1	1
26. Tiliaceae Juss.	1	3
27. Ulmaceae Mirb.	2	5
28. Vitaceae Lindl.	1	1
Всего семейств – 28, родов – 77, видов – 200	77	200

На первый взгляд очевидно видовое разнообразие древесных растений в урбоэкосистемах Саратовского региона (в этой таблице приведен состав представителей данной группы организмов суммарно по всем обследованным поселениям и их прилегающих территорий). Но, дифференцированно поселениям, видовой состав древесных растений, конечно, достаточно беден, что показано в таблицах приложения 3. Состав представителей древесных растений по Саратовскому региону распределяется следующим образом: розоцветных зарегистрировано 50 видов, сосновых – 17 видов, березовых – 16 видов, жимолостных насчитывается 14 и ивовых 13 представителей. Далее, как указано в этой таблице, количество представителей древесных растений в других семействах существенно ниже.

В период наших экологических исследований, помимо учета и идентификации видов растений, изучения географических источников их введения в состав фитоценозов поселений Саратовского региона, выявлялись их встречаемость в урбанизированных экосистемах, морфологические признаки, особенности нарушения состояния и другие эколого-биологические параметры. Также идентифицировались, фиксировались и оценивались ответные проявления древесных растений вследствие смены мощности действия средовых абиотических условий.

Таким образом, установленный и проанализированный видовой состав древесных растений в экосистемах сел и городов Саратовского региона свидетельствует о значительной истории создания культурных растительных сообществ объектов с особой культурно-

исторической и рекреационной значимостью в некоторых поселениях, а также о бедности состава древесных насаждений в других функциональных зонах населенных пунктов нашего региона (транспортных, производственных, жилых, коммунально-складских и в прочих городских зонах), о недостаточном внимании к обновлению и насыщению озелененных территорий видами растений из местных экосистем и видами-интродуцентами. Это также говорит и об общей низкой компетентности озеленителей в удаленных от областного центра урбанизированных районах. Кроме того, исследование видового состава древесных растений в экосистемах сел и городов Саратовского региона выявило то, что многие представители этой группы живых организмов, использованные в озеленении, акклиматизировались, приспособились к условиям урбоэкосистем. Восемьдесят два представителя древесных растений из состава урбоэкосистем целесообразно повсеместно вводить в озеленение городов и сел региона.

Перспективные флористические источники для подбора экологически- и хозяйственно-ценных видов растений для озеленения населенных мест Саратовской области. На основании анализа полученной в процессе исследований информации по систематике и географии видов, интродуцированных в Саратовскую область, их ареалов, определена их флористическая принадлежность. Это легло в основу теоретического обоснования перспективных флористических источников для введения в урбоэкосистемы новых, полезных в биоценоотическом и эколого-ресурсном (эколого-хозяйственном) отношении видов растений в разные районы Саратовской области.

Результаты определения флористических источников для подбора экологически- и хозяйственно-ценных видов и их интродукции в урбоэкосистемы Саратовского региона приведены на рисунке 3.

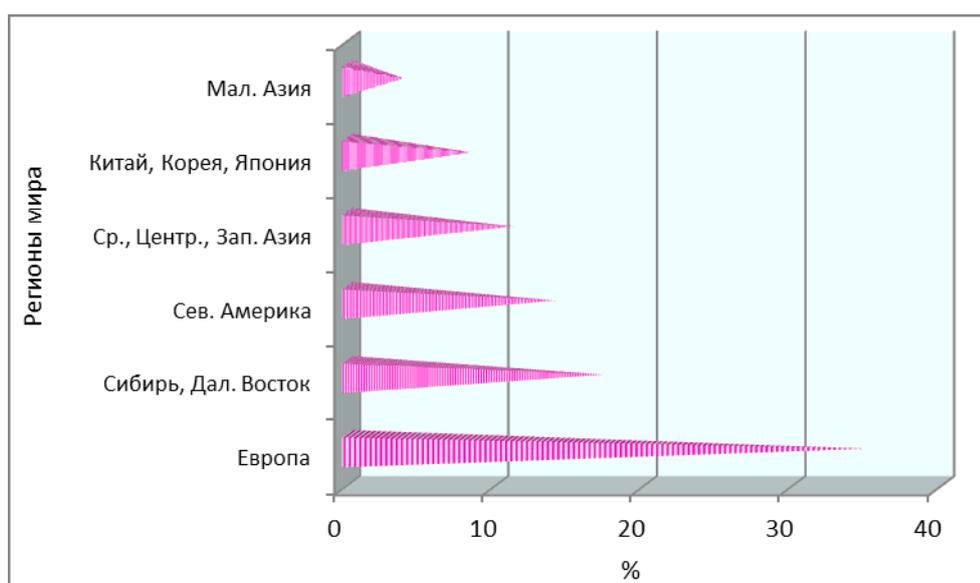


Рисунок 3 – Доли участия видов древесных растений из разных регионов мира в урбоэкосистемах Саратовской области

На данной гистограмме показано, что большинство древесных растений, произрастающих в урбозкосистемах района исследований, привлечено из Европы, Дальнего востока и Сибири, Северной Америки. В настоящее время в состав экосистем городов, сел и рабочих поселков Саратовской области широко введено пятьдесят пять из двухсот видов, интродуцированных в муниципальные районы области древесных растений (за исключением областного центра, который нами не был включен в район маршрутных учетов и обследований ввиду его высокой степени исследовательности на предмет видового состава данной группы организмов).

В большинстве поселений Саратовского региона некоторые виды древесных растений на озелененных территориях произрастают солитерами, аллеями, малыми биогруппами, иногда куртинами (приложение 3, таблицы 3.1, 3.2). Важно заметить, в урбозкосистемах Саратовского региона хвойные растения-экзоты встречаются крайне редко (приложение 3, таблицы 3.1, 3.3). Процентная доля их равна около 0,17 в видовом составе древесных растений урбозкосистем региона исследований, введенных в озеленение городов и сел района исследований. Их требуется целенаправленно вводить в состав экосистем городов и сел нашего региона, что позволит обеспечить необходимые художественно-эстетические, ландшафтно-проектировочные и эколого-защитные признаки хозяйственных комплексов и населенных мест. Обследования во время маршрутных учетов показали: почти 54% древесных посадок в населенных пунктах региона, посещенных в ходе экспедиционных выездов, требуют реконструкции, заключающейся в обновлении видового и возрастного состава древесных растений в экосистемах разных функциональных зон, включительно в замене стареющих и старых растений (в субсенильной, сенильной возрастных стадиях онтогенеза) и особей с явными признаками ослабления санитарного состояния. Особенно это требуется в западных, юго-западных, южных и юго-восточных районах области, в районных центрах.

Большинство видов древесных растений, обитающих в экосистемах населенных пунктов региона, страдают от недостатка почвенного увлажнения. Данный факт значительно влияет на степень их декоративности и экологической эффективности. Недостаток почвенной влаги ограничивает данные функции. Во многих городах и в сельской местности Саратовского региона крайне нерегулярный уход (а также вкуче и отсутствие контроля) за посадками деревьев и кустарников усугубляет положение: обследования насаждений показали угнетенное санитарное состояние древесных растений на почвах с недостатком увлажнения. В Саратовском регионе, то есть в условиях острого дефицита влаги (при отсутствии регулярного ухода и, прежде всего, орошения), проявляется экологическая сукцессия в сообществах древесных насаждений. Данное явление направлено на постепенную смену видового состава таких искусственных биоценозов в сторону восстановления природных степных сообществ, а для юга и юго-востока области – полупустынных сообществ. Особенно это заметно на

территориях, где совершенно не проводится уход за существующими древесными насаждениями, не реализуется коменсационное озеленение.

Для создания устойчивых древесных насаждений в Саратовской области, обладающих высокой экологической эффективностью, необходимы меры по дополнительному обогащению их новыми видами деревьев и кустарников. Это возможно успешно осуществить на основе изучения и анализа экологических показателей их приживаемости, развития и устойчивости, дифференцированно климатическим условиям региона.

При анализе результатов исследований выявлено, что наиболее перспективными источниками для озеленения населенных мест Саратовской области являются древесные растения, произрастающие в северной части Европы, Азии и Северной Америки, а также в восточной части Азии, Иранского нагорья, Туранской низменности и Центральной Азии. Соответственно, на данных территориях располагаются Циркумбореальная, Восточноазиатская, Атлантическо-Североамериканская и Ирано-Туранская флористические области. Они входят в Голарктическое царство, Бореальное и Древнесредиземноморское флористические подцарства. Флористические источники приведены по классификации А.Л. Тахтаджяна [Тахтаджян, 1978]. Из сообществ этих областей можно привлекать древесные растения в урбанизированные экосистемы Саратовской области. Данные регионы могут явиться донорами видов древесных растений для последующих озеленительных работ в Саратовском регионе.

4.3. Биоэкологическая характеристика сезонного развития древесных растений в урбанизированной среде

В деле экологической характеристики приспособленности растений к средовым условиям важное значение принадлежит исследованию и оценке хода фенофаз в их развитии за вегетационные периоды. Как известно, сезонные процессы роста и развития организмов реализуются в соответствии с особенностями и соответствующей мощностью действия лимитирующих экологических факторов, в том числе абиотических условий. То есть по проявлениям организмов в качестве ответов на действие средовых факторов можно делать заключение о формировании и уровне адаптационных возможностей [Любимов, 2002] на определенных территориях и в конкретных типах экосистем. Собственно, фенонаблюдения и дают возможность получить сведения о приспособленности растительных организмов к средовым условиям их местообитаний, причем, как в природных экологических системах, так и в искусственных экосистемах, включительно в экосистемах населенных мест Саратовского региона. Также данные исследования позволяют оценить возможность нейтрализации негативного влияния средовых факторов, т.е. выходящих за пределы значений экологической валентности изучаемых видов растительных организмов. Особенно это важно в экологическом

анализе их жизнедеятельности и развития, произрастающих в условиях современной урбанизированной среды района исследований.

В таблице 2 представлены результаты вычисления среднемесячных температур по метеоданным Саратовского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Таблица 2 – Среднемесячная температура воздуха по Саратовскому региону, 2010–2019 гг. [Саратовский центр по гидрометеорологии ..., 2020]

Показатели	Месяцы						
	10	11	12	01	02	03	
средняя многолетняя $t^{\circ}\text{C}$	5,7	-2,2	-8,0	-10,9	-10,8	-5,2	
за 2010–2019 гг.	5,6	-2,4	-8,1	-9,6	-3,3	2,4	
	04	05	06	07	08	09	за год
средняя многолетняя $t^{\circ}\text{C}$	5,5	14,8	17,6	19,9	18,9	12,5	4,9
за 2010–2019 гг.	12,8	17,3	22,2	24,4	21,5	14,5	7,9

Эти метеоданные демонстрируют существенную вариабельность значений средневзвешенных параметров температур воздуха по месяцам. Их обязательно необходимо учитывать в озеленительной работе, предусматривающей реконструкцию растительных сообществ и создание новых биоценозов.

Анализ роста и развития древесных растений-интродуцентов при соответствующих метеоусловиях позволяет определить степень их перспективности для озеленения урбанизированных территорий района исследований. В соответствии с разработанной программой исследований в 2010–2019 гг. регулярно проводились фенонаблюдения за рядом видов древесных растений, используемых в озеленении поселений Саратовского региона.

Объектом регулярных фенонаблюдений являлись виды древесных растений, формирующие, прежде всего, насаждения рекреационных объектов, а также зеленые насаждения общего пользования, жилых зон в городе Балашов, в селах Пады, Рассказань Балашовского района, в городах Аркадак, Калининск, Аткарск, Красный Кут, в поселках Самойловка, Романовка. В приложении 4 (табл. 4.1, 4.2) приведены результаты фенологических исследований.

В районе исследований у многих древесных растений из отдела цветковых, в среднем, почки набухают в диапазоне с конца марта-месяца по первую половину апреля-месяца. При этом время набухания древесных почек обуславливается средними за месяц значениями температуры окружающей атмосферы (на уровне роста человека) в амплитуде $+1,8 - +13,1^{\circ}\text{C}$. Время набухания почек обусловлено и определенными объемами атмосферных выпадений: в среднем, за март – 19,6 мм, а за апрель-месяц – 17,5 мм. Фенофаза облиствения приходится на диапазон времени, в среднем по годам регистрации фенологических дат, с апреля по май. Распускание почек, в среднем, начинается в разных числах апреля, вызревание листьев – в мае-

месяце. Метеорологические условия такой фенологической фазы, как облиствение у древесных растений, характеризуются следующими среднемесячными температурами атмосферного воздуха: в апреле $+12,4^{\circ}\text{C}$, в мае – $+16,9^{\circ}\text{C}$ и, соответственно, среднемесячными количествами атмосферных осадков в апреле – 17,5 мм; в мае они достигают 37,3 мм (рисунок 4).

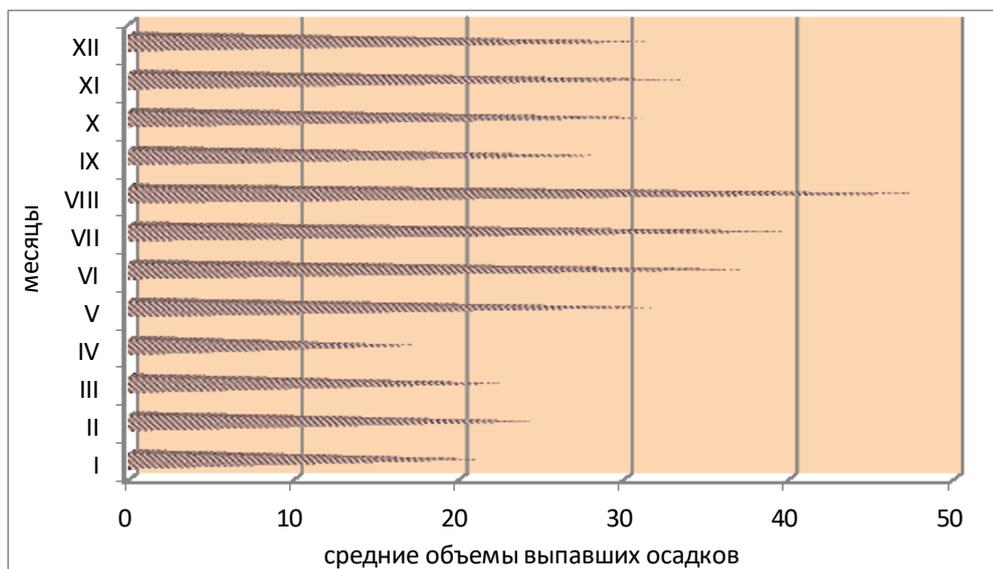


Рисунок 4 – Средневзвешенные значения объемов атмосферных выпадений в промежутке 2010–2019 гг., мм [Саратовский центр по гидрометеорологии ..., 2020]

На рисунке 4 представлены результаты вычисления количества осадков по метеоданным Саратовского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. К примеру, ряд видов древесных растений зацветают во второй декаде и к концу апреля-месяца. Таковыми являются *Acer saccharinum*, *A. negundo*, *Betula pendula*. Большинство представителей древесных растений вступают в фазу цветения, в среднем за период наших фенологических исследований, в середине и в конце мая. Это относится к *A. tataricum*, *Lonicera tatarica* L., *Caragana arborescens*, *Berberis vulgaris*, *Betula alba*, *Malus silvestris*, *Cotoneaster lucidus*, *Rosa canina*, *R. cinnamomea* и ряд других представителей древесных растений. В урбозкосистемах района исследований также имеются представители данной группы растительных организмов, которые начинают цвести в июне: *Aesculus hippocastanum*, *Robinia pseudoacacia*, *Elaeagnus angustifolia*, *Tilia cordata*, *Ligustrum vulgare*. На переходе мая и июня зацветают деревья *T. platyphyllos*. Периоды цветения древесных растений, использованных в озеленении населенных пунктов района исследований, определяются местными метеоклиматическими особенностями, а также биологией и экологией самих видов.

В то же время важно отметить следующие моменты. Метеорологические особенности фенофазы цветения отличаются некоторым повышением среднемесячных температур атмосферного воздуха от $+11,9$ – в апреле, до $+22,6$ градусов Цельсия – в июне. То есть рост температуры за этот период составляет более, чем 10°C (точнее на $10,7$ градусов). При этом

объемы атмосферных выпадений в апреле-месяце достигает, в среднем по годам фенонаблюдений, 17,4 мм, а в мае – 36,9 мм. За первый летний месяц выпадает до 31,3 мм атмосферной влаги.

Длительность фенофазы образования плодов у древесных растений в экологических системах района исследований может быть увеличена: во-первых, в зависимости от текущих метеопозказаний; во-вторых, это еще обусловлено и видовыми экологическими, и биологическими особенностями. К примеру, в районе исследований периоды плодоношения *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. tataricum* охватывают конец сентября и октябрь. Растения *Betula pendula*, *B. alba*, *Malus silvestris*, *Amelanchier canadensis*, *Crataegus volgensis* плодоносят с июля по август.

Периоды опада листвы у древесных видов района исследований также неравномерны. В частности, у одних видов (*Lonicera tatarica*, *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. tataricum*, *A. saccharinum*, *A. negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Berberis thunbergii*, *Betula pendula*, *Malus baccata* и др.) листопад осуществляется в сентябре и октябре (массово), у других (*Acer ginnala*, *Aesculus hippocastanum*, *Caragana arborescens*, *Betula alba*, *M. silvestris*, *T. platyphyllos*) – только в октябре. При этом у некоторых видов (*Ulmus laevis*, *U. pumila*, *Berberis vulgaris*, *Cotoneaster lucidus*, *Salix alba*, *Populus nigra*, *Syringa josikaea*, *S. vulgaris*, *Ligustrum vulgare*) эта фенофаза длится вплоть до ноября.

Опад листвы сопровождается соответствующими метеопозказаниями. Метеорологические особенности во время фазы листопада характеризуются снижением среднемесячных температур воздуха до 12,8⁰С – в сентябре и 5,3⁰С – в октябре.

Колебания диапазонов сбрасывания листвы характерны некоторым древесным растениям и в жаркие летние месяцы. Предел варьирования листопада в летние сезоны за период исследований составил от 11 до 22 суток. При нормальной обеспеченности почв влагой (при близком к поверхности расположения подземных вод, наличии орошения, в пониженных формах рельефа) не наблюдалось усыхания и сбрасывания листвы в летние сезоны у представителей данной группы организмов в урбоэкосистемах района исследований. В целом, глубина залегания грунтовых вод, колебания высот в мезо- и микрорельефе, наличие / отсутствие орошения в пониженных формах микрорельефа в совокупности с нестабильным характером атмосферных выпадений и относительным дефицитом последних в летние сезоны обуславливают нестабильность водного режима почв на городских и пригородных территориях района исследований. Поэтому фиксация среднегодовых фенодат древесных растений в урбоэкосистемах происходила с учетом почвенно-метеоклиматических условий района исследований.

При этом надо отметить, что в жаркие летние месяцы также случается листопад, что связано с высокой сухостью воздуха и дефицитом атмосферных осадков. В осенние периоды сбрасывание листвы у ряда видов завершается на 8–18 суток ранее усредненных сроков, характерных для древесных растений в их природных местообитаниях. Явления летнего

листопада в Балашовском и Аркадакском районах Саратовской области регистрировались и другими исследователями в прошлом [Балина, 2001; Котова, 2011]. Например, исследованиями Н.П. Котовой для Балашовского и Аркадакского районов установлено, что с учетом недостаточной обеспеченности городских почвогрунтов влагой, вегетация сокращена на 17–20 суток [Котова, 2011]. Важно отметить, что такие данные соответствуют климатическим особенностям преимущественно Донской низменно-равнинной степной провинции. Нашими исследованиями охвачены древесные растения в урбоэкосистемах, расположенных в Донской низменно-равнинной степной, Окско-Донской низменно-равнинной лесостепной, Приволжской возвышенно-равнинной степной, Приволжской возвышенно-равнинной лесостепной и Сыртовой низменно-равнинной степной (наиболее засушливая территория) провинций. Как выявили наши исследования, явления летнего листопада и сокращение периода вегетации актуальны и в настоящее время, особенно учитывая тренд на повышение аридности местного климата на севере Нижнего Поволжья и на юго-востоке Среднего Поволжья, где расположена наша область.

Результаты наших фенологических исследований, во-первых, для данных районов представляют новые сведения, во-вторых, – для остальных исследованных районов (Самойловского, Романовского, Калининского, Аткарского, Краснокутского) получены впервые. В большинстве районов Саратовской области, в отличие от Балашовского и Аркадакского, явления аридности в летние сезоны сильнее выражены, особенно на ее юго-западе, юге и юго-востоке. Установленные нами усредненные среднегодовые фенодаты древесных растений в урбоэкосистемах в весенне-летне-осенние сезоны полностью соотносятся со среднегодовыми метеопказаниями в эти периоды, в среднем, для области.

В таблице 3 представлены современные среднегодовые фенологические даты древесных растений, обитающих в экосистемах района исследований.

Таблица 3 – Средневзвешенные данные о сезонных феноритмах древесных растений из состава цветковых в урбоэкосистемах Саратовского региона (ранние и поздние фенологические даты за период с 2010 по 2019 гг.)

Начало набухания почек	Фаза облиствения		Фаза цветения		Фаза плодоношения		Фаза листопада	
	распускание почек	вызревание листьев	начало	окончание	начало	окончание	начало	окончание
самые ранние среднегодовые фенодаты								
18.03	1.04	21.04	15.04	16.05	23.05	12.06	17.09	4.10
самые поздние среднегодовые фенодаты								
19.04	23.04	24.05	19.06	4.07	10.10	25.10	14.10	7.11

Анализ фенонаблюдений показывает: в среднем, вегетация в районе исследований начинается в марте – апреле, а заканчивается в октябре – начале ноября. Длительность вегетации охватывает у древесных растений в урбоэкосистемах района исследований, в среднем, промежуток от 173 до 207 суток. Это соотносится с метеоклиматическими условиями северной части Нижнего Поволжья, занимающей, как указывалось в п. 2.1, наибольшую территорию Саратовского региона.

В ранних работах указано, что периоды вегетации у древесных растений в насаждениях Балашовского района по одним данным составляет около 190 суток [Балина, 2001], по другим – 205 суток [Ломадзе, 2009]. Близкие значения получены Н.П. Котовой для Балашовского и Аркадакского районов [Котова, 2011]. Г.Н. Заигралова приводила, что период вегетации древесных растений в насаждениях ряда микрорайонов г. Саратова и в Базарно-Карабулакском лесхозе составляет 180–185 суток [Заигралова, 2002].

Наши результаты изучения феноритмики древесных растений, во-первых, носят уточняющий характер для этих территорий, во-вторых, для городских экосистем остальных районов (Самойловского, Романовского, Калининского, Аткарского, Краснокутского) получены впервые, в-третьих, фенологическими исследования охвачено нами большее число древесных видов. Например, в работе К.В. Балиной приведена фенология 27 древесных видов [Балина, 2001], в работе Н.П. Котовой – 30 видов [Котова, 2011]. Фенология большего числа представителей древесных растений на примере интродуцентов из Северной Америки – 39 видов – описана в работе Г.Н. Заиграловой [Заигралова, 2002].

В наших исследованиях определена сезонная феноритмика на примере существенно большего числа представителей древесных растений: 48 видов. Для 14 видов (*Ulmus laevis*, *U. pumila*, *Acer campestre*, *A. ginnala*, *Betula pendula*, *Malus silvestris*, *M. baccata*, *Rosa canina*, *Salix triandra*, *S. acutifolia*, *Fraxinus excelsior*, *Larix sukaczewii*, *L. gmelinii*, *Picea obovata*) результаты определения феноритмов в теплые сезоны получены впервые для экосистем поселений района исследований. Для 33 видов наши данные представляют уточняющий характер для урбоэкосистем Балашовского и Аркадакского районов. Все 48 видов, а также и эти 33 вида были использованы нами в качестве объектов фенологических исследований, поскольку в ряде урбанизированных территорий региона составляют основу древесных насаждений. Следовательно, наши данные по территориальному охвату и по количеству древесных видов являются более объективными для территории Саратовской области, в свою очередь отражающей природно-климатические условия севера Нижнего Поволжья (и в меньшей мере – природные условия юго-востока Среднего Поволжья).

В таблице 4 приведены современные среднегодовые фенологические даты для древесных видов – представителей голосеменных, произрастающих в урбоэкосистемах Саратовского региона. За указанный период фенологических исследований и наблюдений у голосеменных растений подробно рассматривались такие информативные в научном и практическом

отношении фенофазы, как период роста побегов, период пыления и созревание семян. Эти данные также представляют важное значение в деле поиска возможностей для оптимизации роста и развития древесных растений в городской среде района исследований, для подбора наиболее приспособленных к местным погодным средовым условиям видов. Именно для решения этой задачи и требуется учет среднегодовых сроков реализации древесными растениями основных фенофаз в растительных сообществах района исследований.

Таблица 4 – Средневзвешенные данные о сезонных феноритмах древесных растений из состава голосеменных в урбоэкосистемах Саратовского региона (ранние и поздние фенологические даты за период с 2010 по 2019 гг.)

Фенологические фазы					
рост побегов		пыление		созревание семян	
начало	окончание	начало	окончание	начало	окончание
самые ранние среднегодовые фенодаты					
5.04	7.07	27.04	20.05	10.09	4.10
самые поздние среднегодовые фенодаты					
22.04	7.09	7.10	23.05	1.11	21.11

Фенофаза роста побегов у представителей хвойных древесных растений, в среднем по указанным поселениям, начинается в первой декаде апреля, а окончание роста побегов зарегистрировано в начале сентября. Фенофаза пыления приходится на май-месяц. Семяна хвойных вызревают в период с начала и середины сентября до октября, а также в ноябре.

Все представители хвойных – *Picea abies*, *P. obovata*, *P. canadensis*, *P. sylvestris*, *Pseudotsuga menziesii*, *Larix sukaczewii*, *L. gmelinii*, *Picea pungens*, *Thuja occidentalis* – успешно производят семена. Это зафиксировано их ежегодными обследованиями в урбоэкосистемах поселений района исследований. Данные растения заслуживают самого широкого использования в озеленении для оптимизации состава, структуры и конструирования новых растительных сообществ с заданными хозяйственными, ландшафтно-проектировочными и экологическими признаками. Указанные виды в урбоэкосистемах способны усилить художественно-эстетическую, эколого-микроклиматическую, эколого-оптимизационную и оздоровительную (для окружающей среды и для жителей) функциональность в населенных местах региона исследований.

Для Саратовского региона, юго-западные, южные и юго-восточные районы которого характеризуются сухостью климата, особый интерес представляет *P. menziesii*, представитель из сем. Pinaceae, рода *Pinus*. Этот вид давно внедрен в экосистемы ряда поселений региона (поселков Самойловка и Романовка, села Пады, городов Аркадак, Красный Кут, Балашов). В частности, в селе Пады Балашовского района, в бывшей барской усадьбе с садовыми насаждениями, особи этого вида в возрасте более ста лет имеют высоту около 33 м и диаметр на высоте человеческой груди 80 см. Одна из особей *P. menziesii* и ее шишки представлены в приложении 3 на рисунках 3.1, 3.2. В экосистемах других поселений района исследований растения этого вида доросли до меньшей высоты и имеют меньший возраст.

В г. Балашове в Городском парке им. Куйбышева растения этого вида в возрасте 80 лет имеют высоту до 24,5 метров. Вид *P. menziesii* незначительно (как и другие представители хвойных) введен в озеленение улиц и зон рекреации данного поселения. Деревья этого вида встречаются в групповых посадках в общественно-деловых зонах в центральной части поселения. Мощная корневая система *P. menziesii*, глубоко проникающая в почву, обеспечивает надземные органы необходимой влагой. Растения этого вида, в целом, хорошо адаптированы к природно-климатическим и городским условиям района исследований. Вид устойчив к загрязнению воздуха токсичными веществами в районе автомобильных дорог, коммунальных и производственных объектов. Вид *P. menziesii* может быть рекомендован, как для посадок в городах и поселках области, так и при создании насаждений на территориях промышленных предприятий, сельскохозяйственных объектов, в городских общественно-деловых зонах, в пригородном озеленении. Более широкого введения в урбозкосистемы района исследований заслуживают и такие древесные растения-интродуценты из числа хвойных: *L. sukaczewii*, *L. gmelinii*, *Th. occidentalis*, *Picea obovata*, *P. canadensis*, *P. pungens*. Особое внимание следует обратить на целесообразность создания городских и пригородных насаждений различных категорий пользования из растений *Pinus sylvestris*. Данный вид вполне пригоден для создания насаждений защитного, культурного и рекреационного назначений на различных урбанизированных территориях и в сельской местности в Саратовском регионе. В среднем за период наших исследований сроки основных фенофаз хвойных в теплый период времени года соотносятся с проанализированными метеоданными.

Адаптацию произрастающих в составе экосистем населенных пунктов района исследований древесных можно проследить по изменению сроков прохождения ряда фенофаз, включительно по фенодатам цветения в различных природных условиях. Результаты сравнительного анализа сроков цветения приведены на рисунке 5.

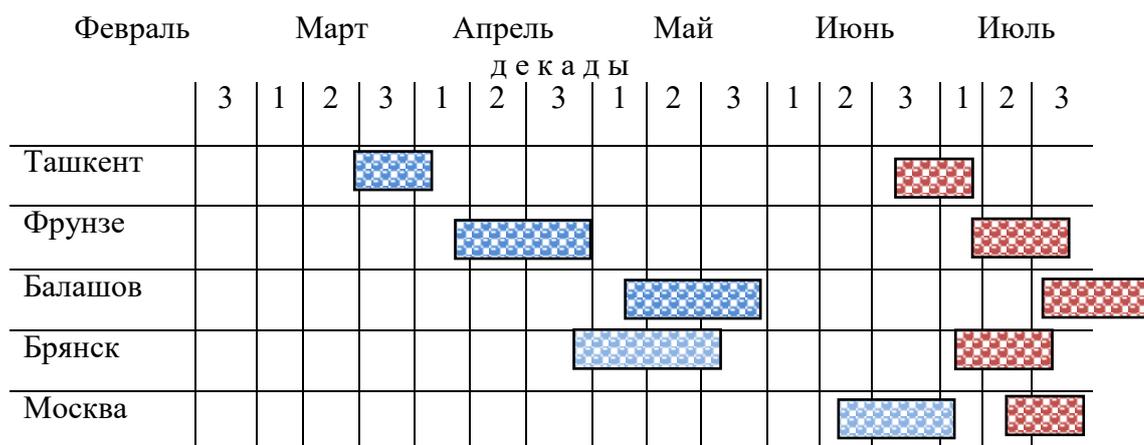


Рисунок 5 – Усредненные данные о сроках цветения древесных растений

в различных регионах

условные обозначения: – ранние сроки цветения, – поздние сроки цветения

Насаждения, как из аборигенной, так и из адвентивной флоры, в разных географических пунктах отличаются по срокам цветения. Указано, что сначала зацветают введенные в урбоэкосистемы древесные растения в таком крупном населенном пункте, как г. Ташкент, затем этот процесс проявляется в г. Фрунзе (ныне Бишкек), в г. Брянск, а также характерен столице России [Балина, 2001; Мельников, 2009; Любимов, 2002, 2012], в г. Балашове (Саратовская область). Сравнение опубликованных и наших данных в ходе фенонаблюдений показывает: фенологические даты, на которые приходится зацветание у представителей древесных растений, произрастающих в городских экосистемах, смещаются в общем направлении от южных географических регионов до северных территорий. Время цветения растений *A. negundo* в городе Ташкент происходит, в среднем, 9–25-е марта, в городе Фрунзе – практически в течение всего апреля-месяца (в среднем, 4–24-е числа), в городе Москва, в среднем, – 20–30-е мая-месяца [Балина, 2001; Мельников, 2009; Любимов, 2002, 2012]. По нашим данным, в экосистемах нашего района исследований фаза цветения деревьев данного вида охватывает временной диапазон, в среднем по годам фенонаблюдений и по поселениям района исследований, в пределах 20-го апреля – 19-го мая. Цветение деревьев другого представителя рода *Acer* – *A. tataricum*, растением из местных экосистем региона, – приходится, в среднем, на временной диапазон с конца первой декады мая и включает преимущественно ее середину (в среднем, с 13-го по 25-е мая-месяца).

Для сравнения с опубликованными данными по другим регионам (бывшего СССР): в городе Ташкент клен татарский цветет в промежутке 15-е апреля – 10-е мая, в городе Фрунзе цветение длится, в среднем с начала по 20-е число мая-месяца. В российской столице этот клен зацветает 9 июня, цветение длится до конца этого месяца. Такая тенденция прослеживается и у других видов древесных растений, введенных в экосистемы указанных населенных пунктов [Балина, 2001]. Результаты собственных фенонаблюдений и данные других авторов показывают возможность древесных растений, произрастающих в урбоэкосистемах, приспосабливаться к меняющимся погодно-климатическим условиям, включительно к средовым факторам урбанизированных районов нашего региона.

Важно отметить, что реализация жизненного цикла и адаптационных возможностей организмов соответствует биоклиматическому закону, установленному и охарактеризованному А. Хопкинсом [Любимов, 2002; Любимов и др., 2009]. Согласно ему, даты соответствующих фенологических фаз обуславливаются географическим положением конкретного территориального объекта. На основании этого, собственно, нами и проведено сравнение основных среднегодовых фенодат у древесных растений, растущих в городских экосистемах из разных географических регионов.

Полученные и проанализированные данные фенологических исследований за древесными растениями из состава урбанизированных экосистем демонстрируют, в целом, адаптированность к местным средовым факторам. Варьирование сроков фенофаз в

вегетационные периоды у одних и тех же видов в разных регионах является выражением экологической пластичности этих организмов. Такие особенности установлены по итогам сравнительного анализа дат цветения древесных растений в районе собственных биоэкологических исследований. Установленные среднегодовые фенодаты являют собой современные данные о сроках прохождения фенофаз древесными растениями в урбоэкосистемах населенных пунктов (в Самойловском, Романовском, Балашовском, Аркадакском, Калининском, Аткарском, Краснокутском), расположенных на значительных расстояниях между собой и своим месторасположением заключающие в себе относительное разнообразие климатических особенностей в регионе. Полученные и проанализированные данные фенологических исследований показывают общий тренд в вегетации древесных растений в урбоэкосистемах района исследований в местных метеоклиматических условиях. Наши собственные результаты фенологических исследований согласуются с результатами подобных исследований, описанных в научной литературе для ряда географических регионов [Балина, 2001; Любимов, 2002; Семенютина, 2005; Сорокопудова, 2005; Мельников, 2009; Эргашева, 2013; Арестова, Арестова, 2017]. Для проработки, планирования и для последующего осуществления озеленительных программ в городах и селах района исследований целесообразно использовать полученные нами сведения о среднегодовых фенодатах в вегетационные периоды у древесных растений и результаты их анализа. В Саратовском регионе актуально использовать в озеленительной работе представителей отделов, как цветковых, так и голосеменных, с учетом местного климата, прежде всего, среднегодовых норм атмосферных выпадений, а также в зависимости от особенностей рельефа и почв, биологии и экологии самих древесных растений. Учет перечисленных требований в совокупности позволит обеспечить необходимый функционал и улучшить экологическую инфраструктуру населенных пунктов Саратовского региона, которая должна выстраиваться на основе приспособленных к местным почвенно-климатическим средовым условиям представителей древесных растений.

В данной работе подбор растений-экзотов для введения в экосистемы Саратовского региона, чтобы повысить устойчивость и эффективность зеленых насаждений, проводился на основе «экологического метода интродукции» древесных растений, составленного, апробированного и научно обоснованного В.Б. Любимовым [Любимов, 2002, 2012]. Для обоснования перспективности представителей древесных растений также применялись рекомендации по прогнозированию результатов интродукции представителей этой группы живых организмов в другие регионы, составленные М.А. Проскуряковым, В.Г. Рубаник, а также научные работы А.М. Кормилицына, С.Е. Коровина и соавторов, В.Б. Любимова, А.Н. Куприянова, Н.А. Бабич и соавторов, С.М. Костюкова, В.Б. Любимова и соавторов [Проскуряков, Рубаник, 1986; Кормилицын, 1979; Коровин и др., 2001; Любимов, 2002; Куприянов, 2004; Бабич и др., 2008; Костюков, 2012; Любимов и др., 2009^б, 2015]. В соответствии с предложенным «экологическим методом» и рекомендациями определялись

перспективные для Саратовского региона флористические источники получения исходного для озеленения видового состава растений. Кроме того, устанавливались: пределы выносливости древесных растений к органичивающим экологическим факторам, возможности для нейтрализации их отрицательного действия на данные организмы, необходимость и перспективность введения представителей древесных растений в экосистемы городских и сельских населенных пунктов в регионе исследований.

Глава 5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

5.1. Целесообразность моделирования экологических условий среды обитания для выявления особенностей развития древесных растений

Изучение специфики ответных реакций древесных растений дает возможность установить пределы их выносливости к лимитирующим экологическим факторам среды обитания. Анализ воздействий средовых условий на рост и развитие растений позволяет определить особенности их адаптационного потенциала к конкретным местообитаниям.

Моделирование воздействий лимитирующих экологических условий предполагаемых мест произрастания растений позволяет решать актуальные научно-теоретические и практические задачи применительно к современным искусственным экосистемам, в том числе к урбоэкосистемам. В данном случае моделирование воздействий лимитирующих средовых факторов на древесные растения призвано установить критические и оптимальные параметры роста и развития древесных растений в условиях урбоэкосистем Саратовской области.

Подбор видов древесных растений для озеленения целесообразно реализовывать на основе законов оптимума, экологической толерантности, правила минимума. Предоставляется возможность выявления экологической валентности древесных растений по отношению к силе воздействий абиотических факторов в районе исследований, являющимися ограничивающими рост и развития условиями для организмов этой группы. Как следует из методических рекомендаций к оценке устойчивости древесных растений к средовым условиям [Любимов, 2002, 2012], необходим сравнительный анализ силы воздействия на организмы этой группы экологических факторов, характерных для района исследований, с таковыми в естественных условиях.

Материалы по определению экологической толерантности древесных растений в смоделированных экологических условиях, являющих собой соответствующие значения ограничивающих абиотических факторов, приведены в следующих подразделах. Они раскрывают возможности приспособления к ограничивающим факторам среды произрастания, а также возможности управления адаптационным и совокупным биолого-экологическим потенциалом древесных растений в урбоэкосистемах Саратовского региона. Результаты изучения и оценки экотолерантности древесных растений к лимитирующим факторам подробно раскрыты далее (подразделы 5.2, 5.3).

5.2. Оценка экологической толерантности к критическим значениям температуры воздуха

Анализ изученности природно-климатических условий по проблеме исследований (глава 2), а также материалы некоторых ученых [Балина, 2001; Заигралова, 2002; Любимов, 2002; Заигралова, Кабанов, 2006; Арестова, Арестова, 2017] свидетельствуют о необходимости учета температурных условий для развития растений в искусственных экосистемах Саратовской области. Температурные факторы могут оказывать лимитирующее влияние на рост, развитие и жизнедеятельность древесных растений в нашем регионе, особенно в теплые периоды года (в летние сезоны).

Сообщается, что белки в клетках растений подвергается деструкции при воздействии температуры до достижения ею значения плюс 50 градусов Цельсия; при этом жизнедеятельностные явления подвержены изменениям и нарушениям уже при меньшем значении этого параметра [Мельников, 2009] с использованием данной мерной шкалы. Поэтому на фоне температурных условий в теплые сезоны года в Саратовском регионе, заключающего на своей территории особенности климата и погодные факторы северной части Нижнего Поволжья, требуется определить и проанализировать пределы толерантности древесных растений к ним.

Целесообразно указать, что из исследованных урбанизированных районов в поясах с максимальными среднегодовыми температурами атмосферного воздуха (далее данные приведены по изотермам самого жаркого летнего месяца из региональной карты «Природа. Климат. Температура воздуха» [Учебно-краеведческий атлас..., 2013]) расположены Балашов, Романовка, Калининск, Самойловка (+21,0⁰С), Красный Кут (в промежутке между +22,5 и +23,0⁰С), минимальные среднегодовые летние температуры характерны Аркадаку и Аткарку – до +20,5⁰С. Добавим, что в остальных частях области – на ее севере, северо-востоке, востоке, юго-востоке – среднегодовые летние температуры держатся на аналогичном указанным метеоданным уровне, согласно июльским температурным изотермам. Это актуальные значения среднегодовых температур атмосферного воздуха, определяющие фон абиотических условий наземно-воздушной среды для древесных растений и являющиеся для них физиологически и экологически терпимыми. Тем не менее, как сообщалось в подразделах 2.3 и 4.3, в Саратовском регионе случаются и резкие скачки температур летом. Причем они могут держаться продолжительное время. Наибольшие зафиксированные среднеобластные показатели летней температуры атмосферы находятся в диапазоне от +39,0 [Доклад о состоянии ..., 2018] до +42,0 градусов по Цельсию и даже выше [Саратовский центр по гидрометеорологии ..., 2020]. Для сравнения: например, в Воронежской области максимальная температура летом может достичь чуть меньшего значения, нежели в соседней Саратовской области, – до +40,5 градусов по Цельсию [Михеева, Федорова, 2011]. Как показали собственные наблюдения, в Саратовской

области, максимальная площадь территории которой расположена на севере Нижнего Поволжья, температурный режим в вегетационные периоды более жесткий по отношению к древесным растениям, нежели, в частности, в указанной соседней области (это сравнение проведено с опубликованными данными М.А. Михеевой и А.И. Федоровой). Этими исследователями сообщается, что по итогам определения жароустойчивости ряда древесных растений из насаждений г. Воронежа, расположенном в Центральном Черноземье, методом Ф.Ф. Мацкова повреждающее воздействие на эти организмы оказывала температура в 60 градусов Цельсия, а летальное воздействие оказывала температура в 80 градусов по Цельсию [Михеева, Федорова, 2011]. Такие полученные и усредненные по видам параметры температуры указанными учеными получены вследствие неточности примененного метода.

Проведены ежегодные эксперименты (в 2011–2017 гг.) по установлению экологической толерантности древесных растений к лимитирующему и летальному влияниям высоких температур. В ходе этого направления экологических исследований определены пределы устойчивости листьев к данному ограничивающему фактору в условиях севера Нижнего Поволжья. Обследования посадок древесных растений и экспериментальные исследования выполнены трехкратно за летние сезоны (в июне, июле, августе) за указанный период посредством трех методов: Ф.Ф. Мацкова [Мацков, 1936], В.П. Тарабрина [Тарабрин, 1969], К.А. Ахматова [Ахматов, 1972]. Из них последние два метода используются учеными и специалистами ботанических садов и дендропитомников для исследования экотолерантности древесных растений к аномально высоким температурам воздуха. По итогам таких исследований получены результаты. Их средневзвешенные значения представлены в таблицах 5.1 и 5.2 приложения 5.

Целесообразно детализировать сравнение порогов лимитирующего и летального воздействия высоких температур применительно к ряду древесных видов, которым отдавалось предпочтение озеленителей в прошлом и которые составляют основу древесных насаждений в населенных пунктах нашего региона исследований. Как показывают заключенные в таблице 5.1 (приложение 5) данные, с помощью первого из указанных выше методов минимальные значения губительного влияния высоких температур на древесные листья (у хвойных, соответственно, действие высоких температур на хвоинки) находятся в диапазоне от +43 (у растений *Acer tataricum*, *Sorbus aucuparia*, а также у интродуцированного вида *A. negundo*), +44 (у растений *Populus tremula*, *P. balsamifera*, *Pyrus communis*, *A. platanoides*, *Berberis thunbergii*), +45 (у особей *Crataegus sanguinea*, *Fraxinus excelsior*, *Malus silvestris*, *Tilia cordata*, *Salix fragilis*, *Populus nigra*, *Robinia pseudoacacia*, *Picea obovata*, *P. canadensis*), +46 (*Ulmus pumila*, *Populus alba*) до +65 (у особей *U. laevis*, *P. alba*, *M. baccata*, *A. campestre*, *F. pennsylvanica*, *Pseudotsuga menziesii*, *Thuja occidentalis*, *Picea obovata*), +67 (у особей *A. campestre*, *Sorbus aucuparia*), +68 (у растений *Salix triandra*, *Prunus spinosa*, *Tilia platyphyllos*), +69⁰С (у растений, относящихся к видам *Populus italica*, *Ulmus pumila*, *Robinia pseudoacacia*, *Picea abies*). Из этих результатов, а также и из других

установленных нами численных значений летальной температуры (таблица 5.1 приложения 5), следует существенный разброс в них.

Это дает основание утверждать, что в современных исследованиях экологической толерантности древесных растений данный метод не перспективен, включительно в деле подбора необходимого озеленительного ассортимента на предварительных этапах научного обоснования и планирования в зеленом строительстве, компенсационном озеленении посредством создания и соответствующего размещения объектов экологической инфраструктуры в городах и поселках севера Нижнего Поволжья. Внушительный разброс в значениях летальной температуры в исследованиях по соседнему региону [Михеева, Федорова, 2011], расположенному в Центральном Черноземье, также подтверждает наш вывод с учетом современных температурных условий в летние периоды. Неточность определения жароустойчивости ассимиляционных органов с помощью метода Ф.Ф. Мацкова, используемого разными учеными и специалистами [Заигралова, 2002; Федорова, Никольская, 2003; Кузнецов, 2009; Михеева, Федорова, 2011], констатировали и другие авторы [Любимов, 2002; Любимов и др., 2009_а; Мельников, 2009]. Дело в том, что в основе данного метода эколого-оценочным критерием губительного действия аномально высоких температур на ассимиляционные органы растительных организмов служит изменение их оттенков. Ведь усыхание и гибель ассимиляционных органов древесных растений может происходить и по иным причинам. Для некоторых представителей древесных растений данный экологический критерий не очевиден, так как не всегда проявляется и может быть идентифицирован. В итоге проявлялись разные оттенки цветов у древесных листьев (листья погибали до изменения цвета, то есть до воздействия летальных показателей температуры), что обусловлено, как поражающим действием температуры на эти органы, так и, возможно, видовыми особенностями самих растений, а также разными типами насаждений, спецификой микрорайонов со свойственными им типами застройки, планировки и инсоляции, эдафических условий, своеобразными формами микрорельефа и, в целом, местами сбора древесных листьев из разных населенных пунктов, где проводились их сборы.

Поэтому определение устойчивости древесных растений к высоким температурам выполнено и с помощью двух других методов [Тарабрин, 1969; Ахматов, 1972]. При конкретных значениях температур фиксировалось засыхание и гибель листьев. Нами отмечено, что метод В.П. Тарабрина является более трудоемким. На это ранее указывал также и крупный специалист в области экологии и интродукции древесных растений В.Б. Любимов [Любимов, 2002; Любимов и др., 2009_а]. Кстати, для ботанических садов рекомендована методика К.А. Ахматова определения толерантности растений к летним критическим температурам, как наиболее приемлемая и легче реализуемая [Ахматов, 1972; Древесные растения..., 1975; Любимов, 2002].

Полученные по итогам выполненных нами экспериментов результаты представлены в таблице 5.2 приложения 5. Эти данные характеризуются объективностью, поскольку указанными

методами устанавливались пределы экологической толерантности древесных растений к высоким температурам, исключая возможное воздействие на ассимиляционные органы других поражающих факторов.

Результаты экспериментов, осуществленных посредством методов В.П. Тарабрина и К.А. Ахматова показывают, что, в среднем, разница между значениями положительных температур, при которых происходит отмирание листьев, составляет от 1 до 2 градусов по шкале Цельсия. К примеру, если листья клена *A. campestre* в эксперименте первым методом погибали при температуре +49–50⁰С, то с помощью другого метода летальное действие данного лимитирующего фактора оказалось в интервале от +48 до +49⁰С. У представителей вязов выявлены такие амплитуды летальных показателей положительных температур по отношению к ассимиляционным органам: у *U. laevis* – при 47–48⁰С (по методу В.П. Тарабрина), 45–47⁰С (по методу К.А. Ахматова); у *U. pumila* – при 48–49⁰С (по методу В.П. Тарабрина), 47–48⁰С (по методу К.А. Ахматова). Как видно, растения второго вида, в среднем по региону исследований, более устойчивы к аномальной положительной температуре на 1 градус Цельсия (по первому методу), 1–2 градуса Цельсия (по второму использованному методу).

Например, и по двум видам ясеня – обыкновенного и пенсильванского – можно видеть разницу в значениях летального исхода листьев: у местного вида *F. excelsior* посредством метода В.П. Тарабрина он наступал при +46–+49⁰С, посредством метода К.А. Ахматова – уже при +45–+48⁰С (разница в результатах, полученных этими методами, составила 1⁰С); у интродуцированного вида *F. pennsylvanica* с использованием первого метода летальность листьев зарегистрирована при +47–+48⁰С, с использованием второго метода – в диапазоне с +46 до +49⁰С (в данном случае очевидна разница на 1–2 градуса Цельсия в сравнении с результатом определения жароустойчивости листьев по методу В.П. Тарабрина).

Листья ивы трехтычинковой (*S. triandra*) по методу В.П. Тарабрина погибали по достижении критической положительной температуры в 49–50⁰С, а по методу К.А. Ахматова – по достижении положительной температуры меньшего значения: до 46–48⁰С. В этом случае различия в значениях летальности действия высоких температур составляют около 2 градусов по мерной шкале Цельсия.

Преимущественно разница между значениями губительных температурных воздействий на ассимиляционные органы древесных растений, обитающих в экосистемах городов и поселков Саратовского региона, при применении достаточно точных методов В.П. Тарабрина и К.А. Ахматова находится в диапазоне 1–2 градусов Цельсия. Это значимые различия.

Кроме этого, нашими исследованиями установлены конкретные различия в летальной температуре листьев с температурой, при которой происходит денатурация белков (+50⁰С [Мельников, 2009]). Верхние пределы летальности действия положительных температур менее температуры денатурации белков оказываются в пределах от 1–2 (соответствует примерно четверти включенных в эксперименты по жароустойчивости видов) и до 2–3⁰С (соответствует

большинству древесных видов). К примеру, такие различия характерны и этим двум изученным и проанализированным нами видам боярышника: листья *Crataegus sanguinea* гибли при действии положительных температур в пределах $+46\text{--}+47^{\circ}\text{C}$, листья *C. altaica* – при $+48\text{--}+49^{\circ}\text{C}$. Кроме этого, незначительная жароустойчивость *C. sanguinea* отмечена у растений этого вида, обитающего в городских экосистемах Среднего Поволжья (Самарская область) [Кузнецов, 2009]. Интересно также привести сравнение порогов летального воздействия температур на листья тополей из аборигенной флоры (*Populus tremula*, *P. alba*, *P. nigra*) и интродуцированных видов (*P. italica*, *P. balsamifera*), произрастающих в урбоэкосистемах Саратовского региона: листья *P. tremula* отмирали при $+46\text{--}+48^{\circ}\text{C}$, листья *P. alba* – при $+47\text{--}+49^{\circ}\text{C}$, листья *P. nigra* – при $+44\text{--}+48^{\circ}\text{C}$, листья *P. italica* – при температуре $+49\text{--}+50^{\circ}\text{C}$, а листья *P. balsamifera* проявляли летальность при $+45\text{--}+46^{\circ}$. Мы выяснили, что из тополей наименее устойчив к воздействию аномально высоких температур является последний вид, наиболее устойчивым является *P. italica*. Остальные тополя занимают промежуточное положение по жароустойчивости. Еще добавим, что в двух случаях (*Populus balsamifera*, *Berberis thunbergii*) установлено различие с температурой денатурации белков на 4 градуса Цельсия (листья этих видов отмирают при $+46^{\circ}\text{C}$). Все эти данные получены и приведены благодаря наиболее точному методу, предложенному исследователем К.А. Ахматовым.

Таким образом, согласно методу К.А. Ахматова, из представителей цветковых наиболее устойчивыми к высоким температурам являются следующие виды древесных растений: *Populus italica*, *Crataegus altaica*, *Prunus spinosa*, *A. campestre*, *P. alba*. Среди хвойных древесных растений самыми устойчивыми к аномально высоким температурам оказываются виды: *Picea canadensis*, *P. abies*. Результаты, установленные методом В.П. Тарабрина, численно близки к этим данным (по методу К.А. Ахматова).

Также установлено, что в течение вегетации летом происходит незначительный рост толерантности к аномально высоким температурам. Эксперименты показывают, что в августе жароустойчивость древесных растений, в среднем по видам и поселениям района исследований, повышалась на 2,9% по сравнению с аналогичным результатом в июне-месяце. Конечно, это незначительное различие с первым летним месяцем. Видимо, это связано с особенностями метаболизма древесных растений в природно-климатических и урбанизированных условиях региона исследований к концу вегетации, а также, возможно, – с формированием адаптационного потенциала к тепловому стрессу в течение летних периодов жизнедеятельности и развития.

В среднем по видам древесных растений и местам их произрастаний в городах и поселках Саратовского региона следует констатировать следующее: установленные параметры положительных температур, при которых происходит гибель ассимиляционных органов, существенно выше максимально зафиксированных температур в регионе. Причем это касается: во-первых, усредненных значений летальных температур (по методам и К.А. Ахматова, и В.П.

Тарабрина), экспериментально установленных для всех видов растений, образующих основу древесных насаждений в поселениях региона, во-вторых, – средневзвешенных показателей летальных температур для каждого вида. Средние арифметические значения летальных температур, в целом, для экспериментально исследованных древесных растений в этой части работы являются статистически значимыми.

Анализ полученных нами результатов свидетельствует о непревышении среднегодовых и максимально возможных температур воздуха в летние месяцы установленных температурных порогов гибели ассимиляционных органов (во многом определяющих жизнедеятельность и ход обменных процессов) у древесных растений. Эксперименты, как раз, и позволили получить современную информацию о жароустойчивости данных организмов, обитающих в разных типах насаждений (рекреационных, природоохранных, уличных, внутридворовых в много- и малоэтажной жилой застройке, в составе зеленых клиньев, в городских садах, сельскохозяйственных зонах, пригородных зеленых зонах). Причем это практически в равной мере относится, как к древесным растениям из местных природных экосистем, так и к интродуцированным видам. Поэтому при планировании и обосновании работ по реконструкции экосистем посредством оптимизации их состава и структуры, при создании новых экосистем на основе древесных растений в городах и поселках на севере Нижнего Поволжья учет лимитирующего воздействия аномально высоких значений температурного фактора, конечно, должен иметь место, но не главное. Показатели летальных положительных температур ведь не превышают среднегодовые за летние сезоны и случающиеся в течение них абсолютные максимумы температур.

В среднем, по 30 видам древесных растений, включенных в эксперимент В.Б. Любимовым и его соавторами по методу К.А. Ахматова, летальная температура определена ими на уровне +49–+50 градусов Цельсия [Любимов и др., 2009_а]. Отметим, эти авторы привели усредненные результаты, в общем, для Саратовского региона, не уточнив конкретных населенных пунктов, в которых ими собирались листья для последующих исследований. А ведь летние температурные условия в разных частях области отличны от среднегодовых норм, определенных для нее (указаны выше). Наши исследования заключались в сборе листьев с превышающего числа видов, произрастающих в экосистемах населенных пунктов из разных частей региона, и в экспериментах по определению пределов толерантности их к аномально высоким температурам. Для экосистем Романовки, Самойловки, Аркадака, Калининска, Аткарска, Красного Кута, находящихся в различающихся природно-климатических условиях Нижнего Поволжья, – такие исследования выполнены впервые (с древесных растений, населяющих экосистемы этих поселений впервые проведены сборы листьев для определения жароустойчивости).

Для экосистем Балашова получены современные данные о жароустойчивости целого ряда древесных видов (*Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *P. pungens*, *P. canadensis*, *Thuja occidentalis*,

Pseudotsuga menziesii, *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *Sorbus aucuparia*, *Cotoneaster lucidus*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Berberis thunbergii*, *B. vulgaris*, *Acer platanoides*, *A. tataricum*, *A. saccharinum*, *A. negundo*, *Elaeagnus angustifolia*, *Salix fragilis*, *Populus nigra*, *P. balsamifera*, *Robinia pseudoacacia*, *Ligustrum vulgare*). Предыдущие результаты определения жароустойчивости у некоторых древесных видов приведены в работах по городам Балашов, Аркадак приведены исследователями К.В. Балиной, Н.П. Котовой [Балина, 2001; Котова, 2011]. Также уточнены сведения о жароустойчивости *Ulmus laevis*, *Populus tremula*, указанные ранее для экосистем Балашова и Аркадака [Котова, 2011]. Для 15 видов в Балашове и Аркадаке (*Picea obovata*, *U. pumila*, *Aesculus hippocastanum*, *Betula pendula*, *Populus italica*, *P. alba*, *Salix triandra*, *Acer campestre*, *F. excelsior*, *Malus silvestris*, *M. baccata*, *Prunus spinosa*, *Pyrus communis*, *Crataegus sanguinea*, *C. altaica*) и для 17 видов (для 15 указанных и дополнительно для *U. laevis*, *P. tremula*) в других поселениях данные о толерантности к высоким температурам получены впервые. Соответственно, это относится, как для этих населенных пунктов, так и, в целом, для физико-географических и климатических условий севера Нижнего Поволжья, где расположен Саратовский регион.

В наших экспериментах, в среднем по видам и местам произрастаний в разных населенных пунктах региона, летальная температура (по методу Ахматова) для листьев древесных растений составила +46–+47 градусов Цельсия. То есть различие в наших результатах с результатами В.Б. Любимова и соавторов составляет в пределах +2⁰С [Любимов и др., 2009_а]. Считаем его существенным. Предположим, это связано, во-первых, с тем, что листья собирались с растений иного видового состава (ими проанализировано 30 видов, а нами – 41 вид), во-вторых, – с особой древесных растений разного состояния и / или обитающих в разных типах городских экосистем (В.Б. Любимов и соавторы ведь не указали населенные пункты сбора диагностического материала) с возможно различающимися экологическими условиями (что может отражаться на физиологических и анатомических особенностях листьев даже в пределах вида, обитающего в пределах одного региона, в пределах одного города, одного поселка). Тем не менее, наши результаты установления параметров жароустойчивости древесных листьев, а также приведенные данные К.В. Балиной [Балина, 2001], Р.В. Кузнецова [Кузнецов, 2009], М.А. Михеевой и А.И. Федоровой [Михеева, Федорова, 2011], В.Б. Любимова и соавторов [Любимов и др., 2009_а], И.В. Мельникова [Мельников, 2009] по разным регионам свидетельствуют, что устойчивость древесных растений к перегреву является важной компонентой адаптации их к среде обитания. При этом, как показали результаты выполненных нами экспериментальных исследований по определению толерантности к критическим положительным температурам, древесные растения, произрастающие в составе искусственных экосистем городов и поселков Саратовской области, неплохо приспособлены к перегреву в летние месяцы. Результаты экспериментов свидетельствуют о соответствующих пределах

экологической валентности к аномально высоким температурам, не превышающим их летальных значений, дифференцированно древесным видам.

Следует уточнить: в исследованиях К.В. Балиной [Балина, 2001] в эксперимент были включены листья древесных растений из экосистем урбанизированных территорий Балашовского и Аркадакского районов и сделанные ими выводы фактически показывают толерантность к аномально высоким летним температурам только для данных районов (расположены, соответственно, в юго-западной и северо-западных частях Саратовского региона). В нашем случае получены более точные сведения, причем по превосходящему количеству древесных видов. Наши сведения характеризуют экологическую толерантность древесных растений из урбозкосистем к аномально высоким температурам, в общем, применительно к Саратовскому региону и, следовательно, к северной части Нижнего Поволжья. Это объясняется значительно большим территориальным охватом мест сбора древесных листьев. Данный диагностический материал собирался нами в экосистемах урбанизированных районов, географически находящихся достаточно удаленно и при этом в разных частях Саратовской области, которая в свою очередь отражает природно-климатические условия данного географического субрегиона. То есть в наших исследованиях получены среднестатистические данные об устойчивости древесных растений к летним высоким температурам, соответствующей данной группе организмов в экосистемах городских и сельских поселений, расположенных в разных частях области, то есть в районах Нижнего Поволжья с определенной вариабельностью климатических особенностей. Поэтому наши результаты являются современными, более объективными. Они в более полном объеме, отражают, в целом, ситуацию с устойчивостью древесных растений урбанизированных экосистем Саратовской области к критическим положительным температурам в сравнении с материалами, приведенными другими авторами в прошлом [Балина, 2001; Любимов, 2002; Любимов и др., 2009_а; Котова, 2011].

Также добавим, что на устойчивость к перегреву древесных растений в городской среде определенное значение имеет также высота зданий, открытые площади с твердым покрытием (асфальтовым, бетонным), планировка улиц и других объектов капитального строительства. В этом вопросе частично согласны с мнением М.А. Михеевой и А.И. Федоровой [Михеева, Федорова, 2011]. В их материале речь шла о крупном по территории городе (Воронеж) со значительными асфальтированными пространствами, широкой подъездной и пешеходной сетью с бетонной тротуарной плиткой и прочими железобетонными конструкциями, которые, собственно, и работают как своеобразный совокупный нагревательный радиатор на большой площади. По данным этих ученых, древесные листья подвержены значительному и даже сильному повреждению перегревом в дневные часы.

В нашем случае, как выявили наши обследования посадок древесных растений в разных типах насаждений, во всех микрорайонах урбанизированных территорий, надземные органы

древесных растений, конечно, получают ожоги в летние полуденные часы, но массового поражения листьев и побегов не наблюдалось. Повреждения листьев древесных растений, в среднем по видам и поселениям района исследований, носили незначительный характер: визуально диагностировалось отсутствие, единичное проявление на листьях термальных ожогов, или признаки ожогов проявлялись до слабого уровня – в диапазоне от 7–12 (Романовка, Балашов, Аркадак) до 13–17% (Самойловка, Калининск, Аткарск, Красный Кут). Такие повреждения выявлены лишь у растений, растущих преимущественно одиночными экземплярами, на открытой местности и на улицах со стороны попадания солнечных лучей. В групповых и линейных посадках повреждения жаркой температурой, в среднем по экземплярам, видам, населенным пунктам, практически не обнаруживались, либо они носили эпизодический, единичный характер. Важно очень отметить, что это характерно всем поселениям территории наших исследований, находящихся в разных частях Саратовской области, причем даже в южных урбанизированных районах (Самойловка, Красный Кут и их пригородные зоны). То есть нами установлена такая общая тенденция для малых и средних городских поселений севера Нижнего Поволжья. Конечно, наличие открытых и застроенных каменными и бетонными объектами пространств сказывается, но не критично для древесных насаждений. В связи с этим обследования насаждений и, главное, стационарные экспериментальные исследования жароустойчивости древесных растений, использованных в озеленении разных поселений Саратовской области, позволили получить актуальные сведения по толерантности данных организмов к критическим показателям положительной температуры, отражающей термальные воздействия в летнюю жару. Последняя, как указывалось, в свою очередь имеет место в регионе исследований ввиду его географического положения, ландшафтного разнообразия и климатических особенностей.

При нестабильных и дефицитных условиях водообеспеченности почв инициируется у древесных растений дисбаланс в водообмене и в других процессах жизнедеятельности, снижается их жизнеспособность в городских условиях существования [Заигралова, 2002; Любимов, 2002; Заигралова, Кабанов, 2006]. Это было видно на древесных растениях по подверженности обсыханию боковых ветвей, верхушечных побегов, нарушению архитектоники крон (которая присуща видам), листопаду в летние сезоны у представителей некоторых древесных растений (*Aesculus hippocastanum*, *Crataegus sanguinea*, *Betula pendula*, *Populus alba*, *P. tremula*, *P. balsamifera*, *Fraxinus excelsior*, *F. pennsylvanica*, *Acer platanoides*, *A. negundo* и пр.). Например, у деревьев *Aesculus hippocastanum* усыхание и последующий опад листьев наблюдались нами уже во вторую половину (Самойловка, Калининск, Красный Кут) – и в конце июля (Аркадак, Романовка, Балашов, Аткарск). Также замечено, что фенодаты сезонного развития при недостатке почвенного увлажнения у этих организмов в урбоэкосистемах района исследований изменены. Еще целесообразно добавить: дестабилизация водного баланса у древесных растений приводит к утрате декоративности, ослаблению образуемых ими

насаждений и, соответственно, снижению устойчивости образованных ими экосистем в городских и сельских поселениях Саратовского региона.

Толерантность древесных растений к критически высоким значениям температуры воздуха превосходит силу действия этого органичивающего фактора на организмы данной группы в районе исследований. Этот важный вывод, полученный по итогам анализа данных собственных осуществленных визуальных наблюдений и экспериментальных исследований, а также по сведениям других авторов [Балина, 2001; Арестова, Арестова, 2017] подтверждают необходимость снижения и нейтрализации лимитирующего влияния экстремально высоких температур приземной атмосферы и засухи на древесные растения в муниципалитетах Саратовского региона с аридными явлениями в летние периоды. Особенно это требуется на юго-западе, юге, в центральной части, на востоке и юго-востоке региона.

Критические низкие зимние (и осенние) температуры лимитируют развитие и состояние древесных растений в поселениях района исследований, что связано, во-первых, с природно-климатическими условиями севера Нижнего Поволжья и, следовательно, Саратовской области, во-вторых, – с видовыми особенностями экологии древесных растений, внедренных в урбоэкосистемы. О лимитировании развития древесных растений температурными условиями свидетельствуют наши ежегодные наблюдения в холодные периоды.

Самые низкие отрицательные показания температуры зимой в центральной части Саратовской области фиксировались на уровне от -35 до -40 градусов Цельсия [Пряхина и др., 2017]. Южнее и восточнее от центра области, а также и на ее юго-западе термометры показывали морозы ниже на несколько градусов Цельсия [Саратовский центр по гидрометеорологии ..., 2020], что объясняется физико-географическими и среднегодовыми климатическими особенностями севера Нижнего Поволжья [Алексеевская, Крылова, 1987; Учебно-краеведческий атлас..., 2013].

Исследования по определению экологической толерантности древесных растений к низким зимним температурам проведены в аналогичный изучению жароустойчивости диапазон времени (с 2011 по 2017 гг.). Ежегодно в холодные периоды (зимой, ранней весной) выполнялись обследования древесных растений, произрастающих в экосистемах всех городов и поселков Саратовской области, составивших район исследований. В итоге установлено, что максимальные значения отрицательных температур ($-40...-42$ градуса Цельсия, как указывалось выше) не превышают порогов экологической валентности данных организмов. Согласно эколого-оценочной шкале толерантности растений к низким значениям температуры, разработанной ГБС АН, представители древесных растений, введенные в состав экосистем городов и поселков, в среднем по видам и муниципальным районам региона, обладают экологической толерантностью к отрицательным температурам на уровне одного оценочного

балла. Данный результат показывает: введенные в состав экосистем городских и сельских территорий района исследований древесные растения, в среднем по видам, типам насаждений и поселений, относительно не подвержены поражению низкими температурами и сопутствующими негативными воздействиями в холодные периоды года.

Полученные данные при изучении значимости лимитирующих температурных факторов свидетельствуют об относительной приспособленности произрастающих в составе урбоэкосистем древесных растений. В среднем, диапазоны экологических валентностей позволяют древесным растениям выживать при соответствующих критических показателях температуры окружающего воздуха в Саратовском регионе. Развитие озеленительной практики в регионе должно основываться на экспериментальных данных о выживаемости и экологической толерантности древесных видов к ведущим ограничивающим условиям среды их произрастания. Это относится, как к аборигенным видам, так и к интродуцированным древесным растениям. Поэтому в данном случае очевиден вывод о целесообразности учета адаптационных возможностей представителей древесных растений при испытательной и озеленительной работе с обязательным учетом их экологических валентностей к лимитирующим условиям, в том числе к критическим параметрам температуры окружающей среды. Это также отмечено и другими авторами [Балина, 2001; Любимов, 2002; Арестова, Арестова, 2017], что необходимо и на современный период времени. Значимость ведущего лимитирующего абиотического фактора в развитии и жизнедеятельности древесных растений, обитающих в экосистемах Саратовского региона, отражена в следующем пункте.

5.3. Оценка экологической толерантности к дефициту влаги

Ранее указывалось, в частности, что дефицит почвенной влаги является одним из важнейших ограничивающих экологических факторов для древесных растений, обитающих в городских экосистемах Саратовского региона [Любимов, 2002; Любимов, Зиновьев, 2002; Арестова, Арестова, 2017]. Выявление экологической толерантности растений данной группы к этому экологическому фактору представляет серьезную научную задачу в современной урбоэкологии, поскольку имеет значительное практическое приложение при дальнейшем использовании озеленителями результатов экологических исследований такого направления. Замечено, что при недостатке влаги древесные растения не способны проявить свой биолого-экологический потенциал. У них замедлен рост и лимитированы другие процессы жизнедеятельности. Также при этом лимитирующем условии ослабевают древесные растения, снижается их декоративность. Такие примеры нами наблюдались ежегодно, в юго-западных и особенно в южных районах Саратовского региона, где усиливается действие относительно

засушливого климата, прежде всего, дефицита летних атмосферных выпадений, суховейных явлений, напряженного и нестабильного режима движения воздушных масс (Балашов, Самойловка, Калининск, Красный Кут). Исследования ответных проявлений древесных растений на действие такого ограничивающего фактора, как недостаток увлажнения, выполнены на примере *Sorbus aucuparia*, *Lonicera tatarica*, *Berberis thunbergii*, *B. vulgaris*, *Betula pendula*, *Acer platanoides*, *A. tataricum*, *A. campestre*, *A. saccharinum*, *A. negundo*, *Fraxinus excelsior*, *F. pennsylvanica*, *Robinia pseudoacacia* и на ряде других распространенных в экосистемах населенных пунктов Саратовского региона видов (всего на примере 41 вида древесных растений, приведенных в п. 5.2), из которых десятилетия назад целенаправленно создавались озелененные территории.

На рисунке 5.1 (приложение 5) отражено состояние всходов *Physocarpus opulifolius* в зависимости от температуры атмосферного воздуха и дефицита влаги. Нами установлено, что при содержании в почве влаги до 77–79% от ПВ и значениях температуры воздуха в диапазоне +36–+39 градусов Цельсия всходы этого вида нормально росли и развивались. При условии падения содержания влаги в почве и при аналогичных значениях температуры часть всходов гибла. То есть эта температура, причисляемая к неблагоприятному метеоусловию, не оказывает летального воздействия на всходы древесных растений в нашем регионе. Нами зафиксировано, что если уровень содержания почвенной влаги опускался до уровня менее 73% (72–70% и, соответственно, ниже) от ПВ, то наблюдался летальный исход для проростков и сильное ослабление растений в ювенильной возрастной стадии развития.

Определение динамики содержания влаги в почвогрунтах в вегетационные периоды производилось в 2012–2016 гг. в местах расположения древесных посадок в районных центрах: в городах Калининск, Аркадак, Балашов, Аткарск, Красный Кут, в поселках Романовка, Самойловка. Данная часть работы реализована на примере следующих растений. Для этого исследованиями были охвачены растения одного возраста (34 лет) следующих видов: *Tilia cordata*, *A. negundo*, *F. pennsylvanica*. Было различимо, что растения данных видов в одной возрастной стадии различались по высоте и диаметру стволов, плотности крон в соответствии с водообеспеченностью почвогрунтов. Воздействие дефицита почвенной влаги – одного из ведущих органичивающих экологических факторов среды обитания древесных растений в Саратовской области – устанавливалось в периоды вегетации троекратно: в середине мая-месяца, в середине июля, а также в середине сентября-месяца. Ежегодно фиксировались и в последующем анализировались показатели прироста древесных побегов (за каждый год).

На рисунке 6 приведены данные о влиянии почвенной влаги (в корнеобитаемом горизонте) на рост древесных растений, распространенных в экосистемах района исследований.

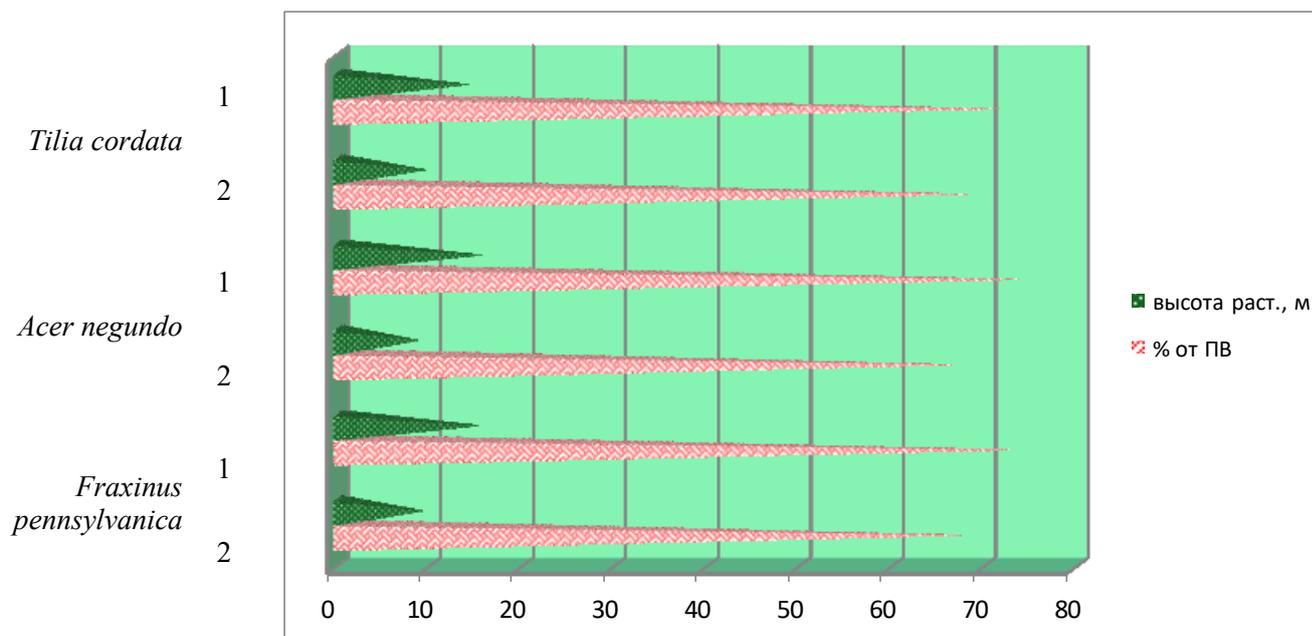


Рисунок 6 – Влияние влажности корнеобитаемого горизонта почвы на рост древесных растений (2012–2014 гг.): 1 – нормальное содержание влаги; 2 – недостаточное содержание влаги

Полученные нами современные данные свидетельствуют, что представители всех этих видов растений, в среднем по населенным пунктам района исследований, при ежегодной нормальной обеспеченности и в стабильном режиме влагой в процессе вегетации существенно выше по габитусу особи тех же самых видов, но развивающихся при действии фактора недостатка почвенного увлажнения. Деревья вида *T. cordata* при нормальной обеспеченности почвенной влагой вырастали до 15,5 м. При этом при органиченном (дефиците) почвенной влаги они вырастали до 9,3 м. Высота деревьев *A. negundo* при высоком уровне увлажнения достигала 15,7 м. При этом диаметр их стволов, в среднем, достигал (на уровне груди среднестатистического человека) 32,9 см. Деревья этого же вида при действии лимитирующего фактора – недостатка влаги – имели средневзвешенную высоту 8,8 м; диаметр древесных стволов, в среднем, достигал 19,5 см (на уровне груди среднестатистического человека). При стабильном обеспечении почвогрунтов влагой растения, относящиеся к виду *F. pennsylvanica*, имели высоту 14,2 м; стволы их достигали диаметра, в среднем, 32,9 см на аналогичном указанном выше уровне человека. При постоянном воздействии лимитирующего фактора – недостатка водообеспеченности почвогрунтов – данные морфометрические показатели установлены на уровне 9,5 м (средневзвешенная высота деревьев), 19,1 см (средневзвешенный диаметр их стволов). При недостатке влаги в почвах древесные растения имели плотность крон меньшую, чем у аналогичных организмов в условиях нормального водообеспечения почв. В условиях недостатка влаги в почвах у деревьев наблюдаемых видов проявлены также признаки уродливости отдельных ветвей и даже крон (за исключением случаев, когда ветви подвергались обрезке или ломке городскими обслуживающими и эксплуатирующими службами).

Значимость такого ограничивающего средового фактора в летние сезоны, как дефицит влаги, была актуальна и в прошлом, что подтверждено предыдущими исследованиями в Балашовском и Аркадакском районах [Балина, 2001; Котова, 2011]. Для Саратовского региона лимитирование роста и развития наиболее распространенных в древесных насаждениях видов при дефиците увлажнения является существенной проблемой, как экологического, так и планировочного плана. Также данная проблема очевидна в контексте ухода за посадками древесных растений в поселениях нашего района исследований, расположенных в различающихся физико-географических и климатических условиях.

Полученные и обработанные результаты выполненных нами исследований показывают, что параметры прироста боковых и верхушечных побегов древесных растений, в среднем, за каждый год (в указанный период регистрации наблюдений и исследований) достоверно были больше, чем у особей этих видов при высокой обеспеченности влаги в почвах. В среднем по поселениям, охваченным фенологическими исследованиями, вегетация древесных растений, обитающих при нехватке влаги, длится на 18–23 суток меньше, чем у растений, произрастающих при нормальной обеспеченности почвогрунтов влагой (в пределах $73,5 \pm 1,4\%$ от ПВ). Ежегодно, в июле – августе у древесных растений, живущих в условиях нестабильного режима и дефицита влаги, наблюдались расцветивание и частичная дефолиация. В ходе многолетних исследований было выявлено, что большинство видов древесных растений, культивируемых в городах и поселках Саратовской области, содержатся с недостаточным водообеспечением. То есть действие данного лимитирующего условия обуславливает угнетенное состояние (зоны экстремумов в пределах экологической валентности) древесных растений. Многие деревья и кустарники в урбоэкосистемах испытывают недостаток почвенной влаги. Поэтому на городских территориях различных функционально-планировочных категорий они проявляют ослабленное, нарушенное состояние, что также лимитирует их эстетические, ландшафтно-планировочные и экологические функции. Также, в целом, функциональность сообществ на базе посадок древесных растений в охране окружающей среды, ее экостабилизации и экооптимизации среды существенно утрачена.

Результаты наших исследований, отражающих современный тренд лимитирующих природно-климатических факторов и адаптации к ним растений в Саратовском регионе, показывают: у многих древесных растений, произрастающие в экосистемах района исследований при нормальной увлажненности (и при ее стабильном режиме) почвогрунтов – до 72–75% (в среднем, 73,5%) от полевой влагоемкости – особи обладают нормальным, относительно здоровым санитарным состоянием, с признаками нормального развития надземных органов. Это наблюдалось нами в разных типах насаждений: в линейных, площадных, озеленительных клиньях, в одиночных посадках древесных растений. Кроме этого, замечено, такие особи обладают лучшей декоративностью (в сравнении с особями данных видов, обитающих при недостаточном увлажнении почвогрунтов), поскольку данный показатель обусловлен комплексом параметров санитарного состояния, среднегодовыми

показателями прохождения фенофаз, параметрами физиологической и экологической устойчивости. Наоборот, недостаточная увлажненность почвогрунтов, особенно в полуденные часы, вызывает угнетение древесных растений. Это видно, в частности, по привялым листьям (по снижению тургора в листьях) и молодым побегам. Такой процесс наблюдался, при значении увлажненности почвогрунтов 71–64% (в среднем, $67,5 \pm 1,2\%$) и менее от ПВ.

Для сравнения укажем, что исследователями К.В. Балиной, Р.Н. Ломадзе для Балашова, а также Н.П. Котовой для Балашова (Донская низменно-равнинная степная провинция) и Калининска (Приволжская возвышенно-равнинная степная провинция) на предыдущих этапах исследований авторами определено «достаточное» содержание влаги в почве не менее 75 процентов от ПВ, при котором ими отмечен нормальный ход вегетации [Балина, 2001; Ломадзе, 2009; Котова, 2011]. По данным наших исследований, охвативших значительно большее количество физико-географических провинций (кроме выше указанных также: Окско-Донская низменно-равнинная лесостепная, Приволжская возвышенно-равнинная степная, Приволжская возвышенно-равнинная лесостепная, Сыртовая низменно-равнинная степная провинции) и, соответственно, бóльшую территорию, оптимум содержания влаги для нормального роста и развития древесных растений приходится на среднее значение 73,5 процентов от ПВ. Очевиден высокий уровень адаптации этих организмов, использованных в озеленении, в масштабах северной части Нижнего Поволжья.

Экстремальное, дефицитное значение влажности почв, вызывающее угнетение древесных растений, в ранних работах по Балашовскому району, указано на уровне 72 процентов от ПВ [Балина, 2001]. Сходные данные представлены Р.Н. Ломадзе для древесных растений Балашовского района [Ломадзе, 2009], Н.П. Котовой для Балашовского и Аркадакского районов Саратовской области [Котова, 2011]. По нашим данным, в среднем для Балашовского, Аркадакского, Калининского, Аткарского, Краснокутского, Романовского, Самойловского муниципальных районов, экстремальное для роста и развития древесных растений значение дефицита почвенной влаги установлено на уровне 67,5 процентов от ПВ.

Наши исследования и наблюдения показали, что снижение увлажнения почвогрунтов – при условии ее значений ниже 71–64 процентов от ПВ – впоследствии происходило повреждение, явления усыхания и преждевременное сбрасывание листвы летом, к ослаблению древесных растений, нарушению архитектоники крон, утрате ими декоративных качеств. Недостаток водообеспеченности почв инициирует процесс экологической сукцессии в образованных посадками древесных растений сообществах. Это процесс, направленный на смену антропогенных фитоценозов и восстановление природных биоценозов, характерных для ландшафтов, сформировавшихся в процессе эволюции (в условиях Саратовской области – в северной части для лесостепных природно-территориальных комплексов, южнее – для степных и на юге области – сухостепных и полупустынных природно-территориальных комплексов). Обеспечение оптимума средовых условий (в первую очередь, абиотических) призвано в свою

очередь стабилизировать, оптимизировать круговорот веществ и энергии в городских культурных биоценозах, благоприятствовать созданию и развитию искусственных экосистем в городах и селах Саратовского региона, их устойчивости, прежде всего, за счет регулярного, стабильного водообеспечения. При движении по территории области с северо-запада на юг и юго-восток значение гидротермического параметра (K) снижается от 8–7 до 5–3 и даже до 3 и 2, то есть при переходе лесостепной природной зоны в степную, степной зоны – в сухую степь и на юге области – в полупустынную природную зону.

Вдобавок надо отметить, что, как свидетельствуют метеосведения областного центра гидрометеорологии [Учебно-краеведческий атлас..., 2013; Саратовский центр по гидрометеорологии..., 2020], во временном диапазоне середина апреля – первая декада октября в субъекте регистрируется относительно засушливый период. Поэтому большая часть древесных растений за летние сезоны испытывает острый дефицит почвенной влаги, который, как отмечено в п. 2.3, в регионе усиливается в направлении с северо-западных территорий на южные и юго-восточные районы. Важно учитывать, что за пределы экологической толерантности к окружающей среде у древесных растений, введенных в урбоэкосистемы региона, выходит не температура, а недостаток почвенного увлажнения. Ранее указывалось, что аномально высокие показания температуры в летние месяцы в регионе фиксировались в пределах +39,0 [Доклад о состоянии..., 2018] – +42,0 градусов Цельсия [Саратовский центр по гидрометеорологии..., 2020] и, конечно, являются ограничивающим фактором для роста и жизнедеятельности древесных растений. Изменяются показания термометров, в среднем, на несколько градусов за вегетационные периоды. А вот варьирование объемов атмосферных выпадений в Саратовском регионе более существенно – на десятки и даже сотни миллиметров, в среднем, за период наших исследований. Данные, предоставляемые службой мониторинга метеорологических условий в регионе, свидетельствуют о том, что вариабельность среднегодовых норм выпадений атмосферной влаги составляет: на севере – 375–450 и на юге – 275–375 мм, на западе 450–475 и на востоке – 275–325 мм [Учебно-краеведческий атлас..., 2013; Саратовский центр по гидрометеорологии..., 2020]. Видно, что это довольно существенные различия, обуславливающие соответствующий водный режим почв Саратовского региона. В целом для региона характерен дефицитный режим водообеспечения почв.

При этом, как показал анализ флористических источников привлечения древесных растений в урбоэкосистемы района исследований (пункт 4.2), большинство видов обитает в природных сообществах регионов со среднегодовой нормой атмосферных осадков около 650 мм и даже несколько выше. Соответственно, недостаток влаги, поступающей в почвы, является важнейшим лимитирующим условием для роста, развития и проявления биоэкологического потенциала древесных растений в урбоэкосистемах Нижнего Поволжья, причем, как для интродуцированных, так и для аборигенных видов. По аборигенным древесным видам следует добавить, что в природных сообществах они находятся при наиболее благоприятных условиях,

где при равных количествах поступления атмосферных осадков с урбанизированными территориями в определенных частях региона уровень почвенного увлажнения выше. Связано это со спецификой естественных экосистем и физико-географическими особенностями, обеспечивающими стабильность природно-территориальных комплексов. В лесных и луговых, лугово-степных и прибрежных экосистемах, которые, во-первых, более сложные, во-вторых, уровень почвенного увлажнения в их пределах выше, чем в городах и селах региона. В совокупности в естественных экосистемах Саратовского региона водный режим почв в них более благоприятен для древесных растений по сравнению с городскими территориями, где доминируют трансформированные и запечатанные почвогрунты со значительными открытыми пространствами и с постоянно действующими урбанизированными факторами, способствующими иссушению верхних почвенных горизонтов (при ремонте коммуникаций, дорог, строительстве, стрижке газонов, обрезке густых древесных крон службами энергоснабжения, вырубке деревьев и т.п.). Это определяет актуальность исследований в данной части работы, главной задачей которых является моделирование и выявление экологически оптимального гидротермического режима для роста и развития древесных растений дифференцированно природным условиям региона исследований.

ГЛАВА 6. ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УРБООКОСИСТЕМ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

6.1. Экологические основы улучшения гидротермического режима для оптимизации развития растений

Как описано выше, температура воздуха и режим влагообеспеченности почв во многом определяют лимитирующие условия для адаптации, развития и других аспектов жизнедеятельности древесных растений в Саратовском регионе. Большое практическое значение заключено в установлении возможностей для достижения оптимального уровня средовых условий, в которых произрастают древесные растения, посредством улучшения гидротермического режима.

Также ранее указывалось, что в данном регионе древесные растения испытывают дефицит влаги практически в течение всей вегетации и на всей территории, то есть с апреля по октябрь. Это надо учитывать при разработке системы мер ухода за насаждениями и по улучшению их состояния. Частоту и норму полива целесообразно рассчитать в зависимости от экологии и биологии конкретного вида, в том числе от мощности корневых систем, а также в зависимости от среднегодовых норм атмосферных осадков.

В частности, на западе Саратовского региона валовое увлажнение достигает, в среднем, до 500 мм в год, радиационный баланс – 55 ккал/см² за год [Учебно-краеведческий атлас..., 2013; Доклад о состоянии..., 2018; Саратовский центр по гидрометеорологии..., 2020], $K=9$. В среднем в районе естественного произрастания древесных растений коэффициент K равен 14. Необходимо покрыть дефицит влаги, составляющий, в среднем, 2000 м³/га, и возместить потери на испарение (в среднем, 5 ккал/см²/год). Соответственно, норма полива за вегетацию древесных растений составит 2200 м³/га. Выявленные количественные нормы полива древесных растений на ранних этапах их онтогенеза в условиях Саратовского региона содержатся в таблице 5.3 приложения 5. Они вычисленны и дифференцированно приведены для районов региона с соответствующими нормами выпадения атмосферной влаги.

Исследованиями установлено, что полив следует производить на начальном этапе потери тургора листьями, молодыми побегами и при снижении влажности почвы в корнеобитаемом слое до уровня, составляющего менее 73,5 процентов от ПВ. Таким путем представляется реальная возможность снизить и даже нейтрализовать лимитирующий в Саратовском регионе фактор дефицита почвенной влаги, характерного для северной части Нижнего Поволжья. Данная процедура в значительной мере способствует оптимизации роста и развития древесных растений, благоприятствует реализации ими биоэкологического потенциала в почвенно-метеоклиматических условиях региона.

6.2. Оценка перспективности использования в озеленении древесных растений с высокой декоративностью

Насаждения, как средовостанавливающая система, обеспечивают комфортность условий проживания населения, регулирует степень загрязнения воздуха и его газовый состав, снижает влияние шума. Насаждения также являются мобильной компонентой художественного наполнения населенных мест. Дело в том, что реализация принципов устойчивого развития урботехноэкосистем, в том числе создание экологически комфортных условий для жизнедеятельности и труда населения, возможна на комплексной основе. При разработке и реализации проектов по созданию искусственных растительных сообществ в условиях поселений северной части Нижнего Поволжья, представленного в наибольшей мере Саратовским регионом, требуется обеспечить не только устойчивость экологических каркасов на основе таких ценозов и перманентность их первостепенной – защитной – роли, но и благоприятную психоэмоциональную составляющую в восприятии жителями окружающего городского (сельского) пространства. Для поселений нашего региона актуально насыщение уже имеющихся насаждений, которые, как отмечалось ранее, зачастую находятся в маргинальном, запущенном, расстроенном, ослабленном состоянии (с общей низкой декоративностью посадок), представителями древесных растений с декоративными качествами. В свою очередь целесообразно, чтобы эти растения были приспособлены к местным климатическим условиям для наиболее полной реализации собственного биоэкологического потенциала и в составе его важнейших показателей обладали оптимизированным ходом онтогенеза, продуктивностью, устойчивостью, декоративностью. В настоящее время в структуре древесных насаждений в районе исследований очевиден процесс их постепенной деградации. Существенное влияние на зеленые массивы оказывают рекреационные нагрузки и отрицательное воздействие городской среды. Поэтому утрачивается их декоративность, жизнеспособность, нарушается вегетация и репродукция, падает функциональная эффективность.

В настоящее время формы дуба *Quercus robur*, несмотря на их высокую практическую значимость, недостаточно используются в практике насаждений общего пользования, в создании садов и парков, интенсификации зеленого строительства. Следует отметить, что на сегодняшнее время разные формы *Q. robur* можно встретить лишь в отдельных дендрологических центрах, преимущественно в городе Саратове. Они чрезвычайно редко используются при создании искусственных экосистем в городах и селах, особенно в удаленных от областного центра административных районах.

Перспективность введения в состав урбоэкосистем экологически- и хозяйственно-ценных форм дуба черешчатого. Биоценотические, средорегулирующие, средостабилизирующие и хозяйственные признаки в природных сообществах данного вида отмечены рядом исследователей для центральной [Болдырев, 2003; 2005; Самсонова и др.,

2017] и юго-западной частей Саратовской области [Болдырев, 2005; Вишневская, 2007]. Считаем, что данные признаки необходимо использовать при обновлении видового состава и для улучшения структуры урбоэкосистем региона. Необходимо иметь современное представление о биоэкологическом потенциале данного вида, который он может реализовать в экосистемах поселений Саратовского региона. Для этого осуществлен комплекс обследований, наблюдений, измерений и экспериментальных исследований.

Выполненные нами маршрутные обследования различных экосистем выявили, что в природных экосистемах, а также в трансформированных и искусственных экосистемах в населенных пунктах нашего района исследований растения д. черешчатого с декоративными формами крон практически не встречаются. Да и сами растения этого вида с обычной кроной зарегистрированы нами за период исследований (2010–2019 гг.) единичными экземплярами, причем в ряде муниципальных районов Саратовского региона. По литературным данным (из исследовательской работы, проведенной в 2002–2009 гг.), в лесных сообществах Балашовского района произрастают два экземпляра д. черешчатого, имеющих овальную форму кроны, и три экземпляра этого вида, имеющих яйцевидную форму кроны [Ломадзе, 2009]. Нами также учтены эти растения в таком же количестве в Балашовском районе. То есть они благополучно осуществляют свою жизнедеятельность: наши ежегодные осмотры это подтвердили. Кроме этого, нами установлено нахождение немногочисленных экземпляров д. черешчатого с такими же формами крон в дачных и в частных жилых зонах Романовки, Аркадака, Калининска. Видимо, они посажены сюда по инициативе самих жителей либо при их участии. Предположение наше основано на особенностях мест произрастания растений д. черешчатого с декоративными формами, где ведущее значение в озеленении придомовых и дворовых участков принадлежит местным жителям, дачникам. Также наши учеты показывают, что в городском и сельском озеленении культуры д. черешчатого даже с обыкновенной формой кроны не входили в число необходимого посадочного ассортимента, поскольку представлен этот вид, в основном, единичными экземплярами (рисунок 7).



Рисунок 7 – Пример угла наклона ветвей у особей *Quercus robur* L.

Исключение составляют пригородные зоны около Романовки, Балашова, Аркадака, Калининска, где проводились некоторые работы по лесовосстановлению, лесоразведению, созданию насаждений природоохранного, санитарно-гигиенического и рекреационного назначений. На этих территориях посадки д. черешчатого представляют небольшие массивы.

Ограниченность в распространении дубовых лесов следует и из обобщенного изображения соответствующих типов растительности в Саратовском регионе на карте «Природа. Растительность» [Учебно-краеведческий атлас..., 2013], где максимальные площади дубовых лесов локализованы на территории Приволжской возвышенности в пределах региона. В более ранней научной работе В.А. Болдырева также сообщалось, что самые большие площади дубовых лесов имеются именно на данной территории [Болдырев, 2003]. Кроме того, этим ученым указано: на склоновых участках с большой крутизной произрастают растения д. черешчатого со стланиковой формой.

В течение 2011–2017 гг. нами выполнены исследования на предмет фенологии, биометрических параметров плодов, особенностей роста и развития у растений д. черешчатого с обыкновенной формой кроны, а также у растений данного вида с декоративными формами крон из природных и искусственных (урбанизированных) экосистем Романовского, Балашовского и Калининского районов. Соответственно, среднестатистическими (контрольными) особями данного вида являлись растения, не проявляющие декоративные формы и произрастающие в природных экосистемах. Характеристика желудей позволила оценить влияние массы, длины и формы желудей на рост и развитие растений, формирование кроны по углу наклона побегов от

стволика. В конце вегетации определялась высота растений этого вида и угол наклона побега к стволу (рисунок 7).

Замеры проводились у декоративных форм д. черешчатого – яйцевидной, овальной – и у контрольных растений. Подтверждено отличие форм растений по их высоте, меньшей сбежистости ствола, форме кроны, размерам и форме желудей, их массе.

В 2011 году нами были продолжены наблюдения за состоянием, ростом и развитием молодых растений, представляющих яйцевидную и овальную формы д. черешчатого с фиксацией фенодат и особенностей роста и развития растений, выращенных из желудей, собранных с характерных для контрольных особей д. черешчатого (с обыкновенной формой кроны) и с учетом метеорологических показаний (таблица 5). Следует отметить, что сезонный рост и развитие, как представителей аборигенной дендрофлоры, так и древесных видов-интродуцентов, осуществляются в регионе исследований под воздействием ограничивающих абиотических факторов – температуры нижнего слоя атмосферы и обеспеченности влагой. Для этого проведены исследования в летние сезоны за развитием древесных растений с высокой декоративностью на примере особей указанного вида. Одновременно фиксировались показатели температуры и атмосферных осадков, которые соотносились с основными фенодатами развития этих растений.

В таблице 5 приведены данные о среднегодовых фенодатах в течение летних сезонов д. черешчатого, а также его форм. Вегетационный период у растений этого вида в среднем для Романовского, Балашовского и Калининского районов Саратовской области охватывает 180–198 суток.

Таблица 5 – Результаты изучения сезонной ритмики развития *Quercus robur* L. в урбозкосистемах Саратовской области (средние фенодаты за период 2011–2017 гг.)

Начало набухания почек	Облиствение		Цветение		Плодоношение		Листопад	
	начало распускания почек	вызревание листьев	начало	конец	начало	конец	начало	конец
<i>Q. robur</i> , форма кроны овальная								
09.04	26.04	11.05	18.05	24.05	05.09	29.09	01.10	06.11
<i>Q. robur</i> , форма кроны яйцевидная								
10.04	25.04	12.05	20.05	25.05	08.09	02.10	03.10	08.11
<i>Q. robur</i> , контрольные растения (природные сообщества)								
12.04	27.04	14.05	19.05	26.05	11.09	28.09	28.09	04.11

В среднем по Романовскому, Балашовскому и Калининскому районам, занимающим северо-запад (Окско-Донская низменно-равнинная лесостепная физико-географическая провинция), юго-запад (Донская низменно-равнинная степная провинция) и центр (Приволжская возвышенно-равнинная степная провинция) Саратовского Правобережья и,

соответственно, по годам фенологических исследований длительность периода от набухания почек до листопада у растений д. черешчатого с овальной кроной составляет 212 суток. Аналогичный период у особей анализируемого вида с яйцевидной формой кроны охватывает 213 суток, а у контрольных растений – 207 суток. Как видно по этим данным, у деревьев д. черешчатого с декоративными формами крон незначительно (на несколько суток) вегетационные сезоны дольше. В то же время преимущественно степной характер погодных условий в теплые периоды года, обуславливающих засушливые и другие сопутствующие неблагоприятные для жизнедеятельности растений данного вида и его форм явления, в значительной степени характерен Романовскому, Балашовскому, Калининскому и соседним с ними муниципальным районам.

Для сравнения укажем, что Р.Н. Ломадзе одиннадцать лет назад приведена длительность вегетационных сезонов у д. черешчатого в Балашовском районе в 205 суток [Ломадзе, 2009]. Наши данные включают в себе среднегодовые фенодаты летнего развития этого вида на более значительной территории (кроме Балашовского района также велись фенологические исследования в трех других муниципальных районах – Романовском, Аркадакском, Калининском). При этом периоды сезонного развития у декоративных форм д. черешчатого установлены впервые для этих четырех районов. Данные наших исследований свидетельствуют о большем временном интервале сезонного развития, что отражает современный характер метеоклиматических условий с трендом на повышение среднегодовых температур весной, летом и даже в начале и в середине осени [Саратовский центр по гидрометеорологии ..., 2020].

Как видно из таблицы 6.2.1, в условиях указанных муниципальных районов, в среднем по годам фенологических исследований и по населенным пунктам, почки д. черешчатого и его форм – овальной, яйцевидной – начинают набухать в конце первой декады и в начале второй декады (особи с обыкновенной формой кроны) апреля-месяца. Распускаются почки в двадцатых числах апреля. До конца первой декады мая (растения д. черешчатого с овальной формой кроны) и до середины мая у растений этого вида (с обыкновенной формой кроны, с яйцевидной кроной) происходит вызревание листьев. В этот период среднегодовая температура составляет $16,8^{\circ}\text{C}$, а норма выпадений атмосферной влаги, в среднем по годам и поселениям района исследований, – 36,7 мм.

Например, первое цветение растений д. черешчатого декоративных форм в культурных экосистемах Балашова зарегистрировано в мае 2016 г. В среднем по годам фенонаблюдений оно начинается к концу второй декады и оканчивается в течение третьей декады мая. В конце мая заканчивали цвести отдельные экземпляры д. черешчатого. Плодоносят деревья д. черешчатого и его декоративные формы с конца первой – начала второй декады по начало третьей декады сентября. Также отмечено, что отдельные особи плодоносят раньше и позже на несколько дней данного срока. В это время атмосфера прогревается, в среднем, до $14,6^{\circ}\text{C}$,

атмосферная влага выпадает в объеме 35,5 мм. В 2016 г. зарегистрировано вступление растений д. черешчатого в фенофазу плодоношения (рисунок 8).

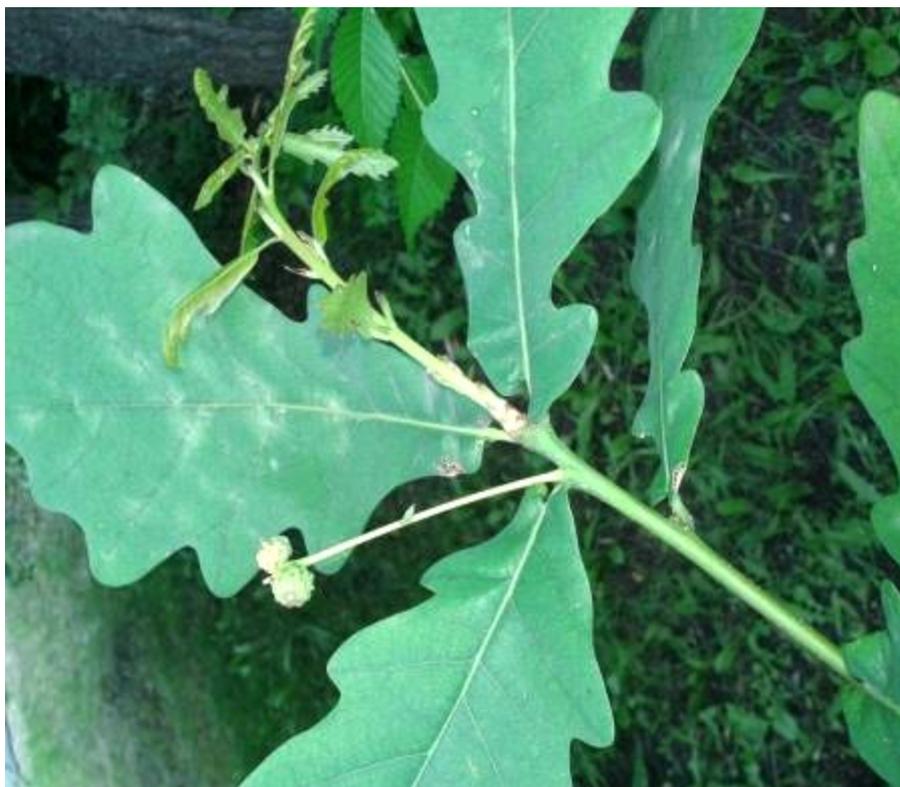


Рисунок 8 – Первое плодоношение *Quercus robur* L., форма яйцевидная (Городской парк им. Куйбышева, 2016 г.)

Время листопада приходится, в среднем, на третью декаду сентября, конец этого месяца (контрольные растения дуба) и вплоть до начала ноября (растения д. черешчатого с декоративными кронами). Температурные условия этот период составляют от $+14,9^{\circ}\text{C}$ (конец сентября) до $+6,1^{\circ}\text{C}$ (октябрь). Среднегодовая норма атмосферных выпадений варьирует от 31,9 до 37,8 мм. Большой практический интерес представляют растения д. черешчатого, включительно проявляющие формы яйцевидную и овальную. Во-первых, они приспособлены к метеоклиматическим условиям района исследований. Так показали результаты выполненных нами фенологических исследований. Во-вторых, эти растения обладают декоративностью – необходимым биоэкологическим признаком для создания культурных растительных сообществ в городах и селах Саратовской области.

Как показал анализ исследований в этой части работы, их фенодаты определенно сопоставимы с фенодатами развития контрольных растений, что полезно учитывать в работе по внедрению этих древесных растений в урбозкосистемы региона, а также в деле ухода за их посадками и с учетом природно-географических особенностей местности. Результаты исследований и измерений сравнивались с соответствующими параметрами, характерными для растений этого вида с обыкновенной формой крон в генеративной фазе. Самое раннее

набухание почек и вызревание листьев установлено у растений д. черешчатого с указанными декоративными формами. Цветы начинают растения дуба с овальной формой кроны, затем – растения данного вида с яйцевидной формой кроны. Длительность цветения примерно одинаковая у растений д. черешчатого с декоративными кронами и у контрольных экземпляров. Самое раннее плодоношение замечено нами у растений с овальной кроной, затем – у контрольных растений и следом у растений с яйцевидной формой кроны. Листопад начинается и заканчивается раньше у особей д. черешчатого, не проявляющих декоративную форму. У растений этого вида с декоративными формами крон эти фазы наступают на несколько дней позднее. Таким образом, декоративный эффект от осеннего расцветания листьев сохраняется чуть дольше. В итоге видно, что разница составляет, в среднем по особям и поселениям, в 1, 2 или 3 дня. Такая разница, конечно, незначительная. Но, учитывая существенную изменчивость погодных условий осенью, это должно иметь значение при уходе за насаждениями д. черешчатого и при планировании работ по созданию посадок, как из растений с обычной формой кроны, так и за растениями данного вида с разными формами их крон.

Статистические показатели, характеризующие массу, длину и диаметр плодов с деревьев овальной, яйцевидной форм, а также аналогичные показатели плодов со среднестатистических особей д. черешчатого первого года плодоношения в возрасте 18 лет отражены в таблице 6. Данные статистической обработки подтвердили достоверность результатов выполненных нами измерений желудей (таблицы 6.1, 6.2, 6.3 в приложении 6).

Таблица 6 – Показатели размеров и массы желудей у разных форм *Quercus robur* L.

Показатели	M_{max}	M_{min}	$M \pm m$	σ	$C_v, \%$	$p, \%$	t
желуди <i>Q. robur</i> , собранные с растений с овальной формой крон							
Масса 1 желудя (г)	6,2	4,3	5,4±0,13	0,71	13,3	2,4	41,3
Длина желудя (см)	3,9	2,9	3,3±0,06	0,32	9,7	1,8	57,0
Диаметр желудя (см)	1,9	1,6	1,7±0,02	0,11	6,1	1,1	89,6
желуди <i>Q. robur</i> , собранные с растений с яйцевидной формой крон							
Масса 1 желудя (г)	5,6	3,8	4,8±0,10	0,57	11,9	2,1	46,4
Длина желудя (мм)	4,2	3,1	3,8±0,04	0,26	6,9	1,3	79,8
Диаметр желудя (мм)	1,8	1,4	1,6±0,02	0,12	7,3	1,3	75,8
желуди <i>Q. robur</i> , собранные с контрольных растений (природные сообщества)							
Масса 1 желудя, г	4,2	3,2	3,8±0,061	0,34	8,9	1,6	61,6
Длина желудя, см	3,3	2,4	2,9±0,06	0,33	11,2	2,0	49,0
Диаметр желудя, см	1,8	1,4	1,6±0,017	0,91	5,5	0,99	100,01

Отраженные в этой таблице биометрические данные по плодам д. черешчатого показывают значимые различия данных органов у особей с обычной кроной и у особей с декоративными кронами. В «Справочнике лесничего», составленном В.Д. Новосельцевым и соавторами, приведена информация о массе одного желудя д. черешчатого, равной, в среднем, 3,0–4,0 г. [Новосельцев и др., 1980]. Варьирование массы плодов д. черешчатого около этого значения подтверждается и результатами наших выполненных исследований, которые

заклучены в таблице 6. Тем не менее, растения дуба с декоративными кронами производят более крупные плоды, что и демонстрируют наши обработанные результаты. В итоге наши исследования показали: желуди, собранные с контрольных растений, имеют массу $3,8 \pm 0,06$ г.; желуди *Q. robur*, собранные с особей с четко выраженной овальной формой кроны, имеют среднюю массу одного желудя $5,4 \pm 0,13$ г., а у яйцевидной формы, соответственно, – $4,8 \pm 0,1$ г. Также желуди с растений д. чершчатого с декоративными формами превышают средний размер желудей у растений этого вида в выше указанном «Справочнике...».

Интересно также сравнить полученные нами среднеарифметические значения биометрических показателей плодов этого вида с аналогичными данными, приведенными другими исследователями по близрасположенным географическим субрегионам (по Центральному Черноземью, граничащему с северной частью Нижнего Поволжья, где расположена основная часть территории нашей Саратовской области, и по Среднему Поволжью).

Приведем еще некоторые данные для сравнения. В соседней с Саратовской областью – в Воронежской области, расположенной в Центральном Черноземье, – средневзвешенная масса плодов с растений данного вида, произрастающих в культурных экосистемах города Воронежа, составляет 4,9 г. [Калаев, Попова, 2014]. Другой пример: средняя масса желудей д. чершчатого в культурных экосистемах города Йошкар-Ола (Республика Марий Эл), находящегося в Среднем Поволжье, составляет 3,9 г.

Конечно, имелись некоторые полученные в прошлом данные по плодам растений д. чершчатого в Саратовской области. В некоторых культурных растительных сообществах г. Балашова и его пригородной зоны, согласно датированным 2009 годом сведениям, средняя масса одного желудя этого древесного вида равнялась 4,02 г [Ломадзе, 2009].

По итогам выполненных нами исследований установлено следующее. Во-первых, они предоставили современную информацию о размерах и массе плодов д. чершчатого, являющегося лесообразующим видом в местных природных комплексах и представляющего практический интерес для введения в состав урбанизированных экосистем. Во-вторых, наши исследования и соответствующие измерения позволили получать более объективные сведения об этих органах у растений рассматриваемого вида с декоративными и обычной (то есть свойственной виду в природных условиях) формами крон, произрастающих в экологических системах естественного и искусственного происхождения на территориях лесостепной и степной ландшафтных провинций севера Нижнего Поволжья. Такие результаты и выводы получены нами на примере двух муниципальных районов (Романовского, Балашовского, Калининского), заключающие в себе природно-географические и экосистемные особенности указанных ландшафтных провинций. Сведения эти отражают среднеарифметические биометрические параметры плодов растений *Q. robur*, растущих в городских и пригородных экосистемах западной и центральной частей региона. Территории эти в целом, достаточно бедны лесными ресурсами. Тем не менее, они отражают ландшафтные и экосистемные

особенности севера Нижнего Поволжья и незначительной юго-восточной части Среднего Поволжья в пределах Саратовской области. В данных экосистемах (природных и рукотворных лесных, степных дубовых зарослях, пригородных и городских рекреационных и рекреационно-культурных насаждениях) растения д. черешчатого способны производить качественный репродуктивный материал. Это касается также и растений д. черешчатого с декоративными формами крон. Полученные и проанализированные результаты проведенных нами исследований репродуктивного материала заключают в себе важный вывод о том, что вид *Q. robur* L. и его формы вполне пригодны для получения необходимого качественного посадочного материала для дальнейшего использования в озеленении.

Размеры и масса желудей д. черашчатого, как известно, являются комплексным диагностическим признаком состояния и биоэкологического потенциала растений этого вида [Новосельцев и др., 1980; Любимов, Зиновьев, 2002]. В нашем случае получены результаты по биометрическим параметрам плодов д. черашчатого, указывающие на их высокое качество. Это заключение можно сделать также и с учетом сравнения данных, приведенных другими авторами [Новосельцев и др., 1980; Ломадзе, 2009; Калаев, Попова, 2014].

Далее надо отметить: в генеративном потомстве у д. черешчатого первого поколения ярко проявляются ценные признаки, имеющие практическое значение. Они характерны для желудей, собранных в природных условиях с растений этого вида с овальной и яйцевидной формами крон.

В 2016 г. в природных лесных сообществах Романовского, Балашовского и Калининского районов нами были обнаружены также растения д. черешчатого, отличающиеся крупными желудями, большей высотой деревьев, превосходящим диаметром стволов и крон по сравнению с контрольными растениями этого вида. Для сравнения растений д. черешчатого крупноплодной формы с растениями, представляющими другие формы этого вида, собраны плоды. Соответственно, для определения качества часть желудей методом случайной выборки отобрана для измерения их массы, длины и диаметра. Оставшиеся желуди 10 октября 2016 г. посажены в контейнеры с двойной стенкой (опыт) и в открытый грунт (контроль). В приложении 6, соответственно, показаны фотографии особи крупноплодной формы д. черешчатого (рисунок 6.1) и желудей с нее (рисунок 6.2).

В таблице 7 представлены результаты определения и сравнения качества желудей, собранных с растений крупноплодной формы и с контрольных (среднестатистических) растений д. черешчатого (то есть с особей с кронами, характерными для данного вида).

Таблица 7 – Размеры и масса желудей с особей крупноплодной формы и с контрольных растений *Quercus robur* L. (2016 г.)

Сравниваемые признаки	M_{max}	M_{min}	$M \pm m$	σ	$C_v, \%$	$p, \%$	t
желуди <i>Q. robur</i> , собранные с растений крупноплодной формы (природные сообщества)							
Масса 1 желудя, г	7,81	4,8	6,3±0,16	0,86	13,6	2,5	39,7
Длина желудя, мм	3,6	2,4	3,12±0,03	0,26	8,3	0,94	106,1

Диаметр желудя, мм	2,2	1,7	1,9±0,23	1,27	6,4	1,2	85,9
желуди <i>Q. robur</i> , собранные с контрольных растений (природные сообщества)							
Масса 1 желудя, г	4,2	3,2	3,8±0,061	0,34	8,9	1,6	61,6
Длина желудя, см	3,3	2,4	2,9±0,06	0,33	11,2	2,0	49,0
Диаметр желудя, см	1,8	1,4	1,6±0,017	0,91	5,5	0,99	100,01

Достоверность превышения одного среднего арифметического значения над другоим по массе желудей собранных с особей, имеющих крупноплодную форму д. черешчатого, над массой желудей контрольных растений этого вида составляет 14,7. Достоверность превышения одной среднему арифметическому значению по массе желудей собранных с особей, имеющих крупноплодную форму д. черешчатого, над массой желудей овальной формы этого вида составляет 4,3. Достоверность превышения одного среднего арифметического значения массы желудей, собранных с особей, имеющих крупноплодную форму д. черешчатого, над массой желудей яйцевидной формы этого вида составляет 7,9. Также определено достоверное превышение среднеарифметического значения массы желудей крупноплодной формы над массой желудей контрольных особей этого вида (таблицы 6.1, 6.4 в приложении 6). Проанализированные в данном подразделе работы биометрические данные свидетельствуют о достоверно более высоких показателях размеров и массы плодов растений д. черешчатого и о соответствующей высокой декоративной привлекательности представителей этого вида, в том числе в фенофазу плодоношения. Приспособленность к местным метеоклиматическим условиям, определенная устойчивость к их критическим значениям, способность проявлять декоративную форму, нормальный ход следования фенофаз за летние периоды, как позволили установить обследования и наблюдения за деревьями данного вида, позволяют, в целом, заключить о целесообразности использования в городском и сельском озеленении д. черешчатого и его декоративных форм из местных естественных экосистем.

Перспективность введения в состав урбозкосистем крупноплодной формы рябины обыкновенной. В экосистемах города Балашова обнаружены и подобраны особи рябины обыкновенной – *Sorbus aucuparia*, характеризующиеся высокой декоративностью. Они отличаются крупными плодами (рисунки 6.3, 6.4 в приложении 6) и густыми соцветиями, яркостью и насыщенностью листьев за вегетативные периоды и яркого осеннего расцветивания крон, более поздним вступлением в фенофазу листопада, большей высотой растений, малой подверженностью листьев и побегов усыханию, малой сбежистостью стволов в сравнении с контрольными (среднестатистическими) растениями р. обыкновенной. Статистические показатели, характеризующие массу плодов, отражены в таблице 8. Показатель Стьюдента (t) значительно выше табличного значения. Это указывает на достоверность среднеарифметических значений, как для плодов у растений крупноплодной формы р. обыкновенной, так и для плодов, собранных с контрольных растений в городских экосистемах.

Результаты исследований в данной части работы отражены в форме таблицы 8.

Таблица 8 – Значения масс плодов с растений крупноплодной формы и среднестатистических особей *Sorbus aucuparia* L. (2017 г.)

$M \pm m$, г.	σ^2	σ	C_v , %	p , %	t
масса одного плода у растений крупноплодной формы <i>S. aucuparia</i>					
1,05±0,013	0,007	0,084	8,0	1,2	80,8
масса одного плода у контрольных растений <i>S. aucuparia</i>					
0,54±0,018	0,005	0,071	13,1	3,3	30,0

В итоге, как показывают данные в этой таблице, выявлено превышение одного среднеарифметического значения $M \pm m$ плода крупноплодной формы (1,05±0,013 г.) над другим значением $M \pm m$, полученным для среднестатистических растений р. обыкновенной (0,54±0,018 г). Статистический учет установил высокую достоверность превышения среднеарифметических значений плодов у растений крупноплодной формы р. обыкновенной над плодами со среднестатистических растений этого вида.

Растения крупноплодной формы этого древесного вида характеризуются более развитой овальной формой кроны (высотой и диаметром ствола), насыщенным цветом плодов и листьев. Также они отличаются высокой декоративностью в отличие от среднестатистических растений указанного вида в зеленых насаждениях, особенно в период яркого осеннего расцвечивания листьев. В данной части работы было важно выявить, каковы различия в среднестатистических параметрах массы плодов у растений р. обыкновенной, обитающих в городских условиях района исследований. Наличие и визуально хорошее состояние растений р. обыкновенной крупноплодной и обычной (свойственной виду) р. обыкновенной в городских насаждениях свидетельствует об адаптированности этого вида из естественных экосистем к урбанизированным условиям района исследований.

Реализованные нами маршрутные обследования показали, что особи крупноплодной формы р. обыкновенной одиночно встречаются в экологических системах природного происхождения Саратовского региона, причем даже в пригородных территориях к муниципалитетам: в районах Романовки, Балашова, Аркадака и Калининска. Кроме того, наблюдается устойчивое развитие растений этого вида в течение летних сезонов, в том числе цветение и плодоношение (приложение 4, таблица 4.1). Эти биоэкологические признаки и включительно декоративность р. обыкновенной и ее крупноплодной формы могут представлять интерес в деле восстановления, реконструкции и формирования новых зеленых насаждений с соответствующими задачами пользования данными ресурсами в урбосистемах района исследований и в экосистемах пригородных территорий.

Высокий процент жизнеспособности семян р. обыкновенной, определенный К.В. Балиной [Балина, 2001], а также наши данные о феноритмике вида в течение вегетативного периода являются в совокупности дополнительным свидетельством об относительной устойчивости растений анализируемого вида к местным средовым факторам. По совокупности вышеизложенного можно утверждать, что р. обыкновенная и ее крупноплодная форма

приспособлены к местным метеоклиматическим условиям. Также растения этого вида и его крупноплодной формы нормально развиваются в городских экосистемах, проявляют присущую виду жизненную форму, нормальные габитус и ход фенофаз за весенне-летне-осенние сезоны. Поэтому она подходит для повсеместного введения в состав экосистем городов и сел региона. Таким образом, заключим, что целесообразно использовать *Q. robur*, *S. aucuparia* и их декоративные формы, произрастающие в составе местных биоценозов, в озеленении населенных пунктов Саратовской области с учетом местных метеоклиматических условий.

6.3. Оценка качества репродуктивного материала древесных растений и эффективность мер по оптимизации их роста и развития

В районе стационарных исследований определялись показатели качества плодов и семян древесных растений, достигших генеративной фазы развития и использованных в городском и сельском озеленении Саратовского региона. В эксперимент включены 14 видов из состава насаждений Романовки, Балашова, Самойловки, Аркадака, Калининска, Аткарска, Красного Кута. По двум видам (*Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*) данные приведены в предыдущем пункте, по 12 из них данные следуют ниже. Подбор особей выполнялся по таким критериям: генеративного возраста, с нормально развитым стволом и кроной, с относительно одинаковыми условиями роста и развития, в том числе по степени влагообеспеченности и с хорошим санитарным состоянием (то есть при отсутствии признаков нарушений и ослабления). Не менее важно являлось и то, что для опытного анализа не использовались экземпляры, поврежденные болезнями и вредителями.

В период 2011–2014 гг. изучались плоды и семена у древесных растений, широко использованных в городском и сельском озеленении Саратовской области и указанных в таблице 9. Плоды и семена древесных растений собирались в экосистемах поселений района исследований. Указывается, что большинство из них обладают инвазионными свойствами [Виноградова и др., 2010; Виноградова, 2015; Письмаркина, Силаева, 2018], и, в первую очередь, *A. negundo* и *Fraxinus pennsylvanica* [Золотухин, 2006; Вишневская, 2007; Виноградова и др., 2010; Инфантов, 2012; Абрамова и др., 2019]. Тем не менее, как показали обследования сохранившихся природных и нарушенных растительных сообществ, эти виды заселяют преимущественно нарушенные места в пригородах, где осуществляется рекреационная, строительная и хозяйственная деятельность, существенно преобразующая экосистемы. При этом *Acer tataricum*, *Lonicera tatarica*, *Ligustrum vulgare* не являются инвазионными растениями. В этой части работы было важно провести соответствующие исследования, выполнить анализ качества репродуктивного материала древесных растений, традиционно используемых в озеленении урбанизированных территорий региона, изучение и анализ хода обычного и оптимизированного онтогенеза молодых особей.

Были изучены и проанализированы основные метрические параметры репродуктивного материала древесных растений. Полученные результаты исследований репродуктивного материала у включенных в эксперимент видов позволили оценить его качество, которое характеризует соответствующие биоэкологические параметры развития этих организмов в урбоэкосистемах Саратовского региона. Результаты осуществленных измерений затем обработаны посредством вариационной статистики [Пузаченко, 2004]. Установленные среднеарифметические значения оказались статистически значимыми. Результаты исследований качества репродуктивного материала древесных растений представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Параметры качества плодов и семян древесных растений из урбоэкосистем района исследований (2011–2014 гг.)

Виды растений	Стат. показатели	Длина	Ширина	Масса 1000 семян, г	Выход семян, %	Кол-во семян в 1000 плодах, шт.
<i>Robinia pseudoacacia</i>	$M \pm m$	5,51±0,14	1,58±0,05	227,2±4,6	17,8±0,24	10,2±0,15
	$p, \%$	2,5	3,2	2,0	1,3	1,5
	t	39,4	31,6	49,4	74,2	68,0
<i>Acer negundo</i>	$M \pm m$	3,34±0,073	2,56±0,049			
	$p, \%$	2,2	1,9			
	t	45,8	43,4			
<i>A. tataricum</i>	$M \pm m$	2,52±0,045	2,41±0,063			
	$p, \%$	1,8	2,6			
	t	56,0	38,3			
<i>Amelanchier alnifolia</i>	$M \pm m$	1,14±0,018	1,05±0,012	11,6±0,35	1,93±0,042	1468,5±36,4
	$p, \%$	1,6	1,1	3,0	2,2	2,5
	t	63,3	87,5	33,1	45,9	40,3
<i>Aronia melanocarpa</i>	$M \pm m$	1,23±0,034	1,26±0,031	3,35±0,065	1,53±0,028	3254,3±67,7
	$p, \%$	2,8	2,5	1,9	1,8	2,1
	t	36,2	40,6	51,5	54,6	48,1
<i>Berberis vulgaris</i>	$M \pm m$	1,04±0,033	0,63±0,015	13,5±0,38	9,52±0,13	1672,5±45,1
	$p, \%$	3,2	2,4	2,8	1,4	2,7
	t	31,5	42,0	35,5	73,2	37,1
<i>Cotoneaster lucidus</i>	$M \pm m$	0,83±0,031	0,95±0,023	29,2±0,77	16,3±0,25	1793,5±53,9
	$p, \%$	3,8	2,4	2,6	1,5	3,0
	t	26,8	41,3	37,9	65,2	33,3
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	$M \pm m$	1,16±0,022	0,64±0,018	103,4±2,6	63,5±1,33	1000,0±0
	$p, \%$	1,9	2,8	2,5	2,1	
	t	52,7	35,6	39,8	47,7	
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	$M \pm m$	4,71±0,092	0,73±0,024	54,5±0,96		
	$p, \%$	2,0	3,3	1,8		
	t	51,2	30,4	56,8		
<i>Mahonia aquifolium</i>	$M \pm m$	0,94±0,021	0,76±0,018	6,33±0,14	9,54±0,26	1000,0±0
	$p, \%$	2,2	2,4	2,2	2,7	
	t	44,8	42,2	45,2	36,7	

<i>Ligustrum vulgare</i>	$M \pm m$	0,91±0,015	0,98±0,023	375,3±6,8	21,8±0,47	2435,1±46,5
	$p, \%$	1,6	2,3	1,8	2,2	1,9
	t	60,7	42,6	55,2	46,4	52,4
<i>Lonicera tatarica</i>	$M \pm m$	0,84±0,016	0,77±0,008	4,21±0,063	9,13±0,22	4662,4±96,2
	$p, \%$	1,9	1,0	1,5	2,4	2,1
	t	52,5	96,3	66,8	41,5	48,5

Примечание: пустые ячейки находятся напротив видов, у которых приведены только характеристики плодов

В итоге нами установлено, что в среднем по населенным пунктам района исследований и по видам выход семян у этих растений составляет от 1,53 до 21,8%. Кстати, значительно ранее подобные исследования провела К.В. Балина, но на ограниченной территории – по Балашову и его пригородной зоне [Балина, 2001]. Ею были проанализированы аналогичные параметры по плодам и семенам восьми древесных видов. В нашем случае количество видов для анализа произведено ими репродуктивного материала было несколько больше – четырнадцать. По двенадцати из них данные отражены в таблице выше. По остальным двум древесным видам (*Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*) биометрические показатели проанализированы нами ранее и представлены в таблицах 6, 7 и 8. Помимо Балашовского района, где провела исследования К.В. Балина, нами собирался репродуктивный материал с древесных растений, обитающих в урбоэкосистемах Романовского, Балашовского, Самойловского, Аркадакского, Калининского, Аткарского и Краснокутского районов (плоды *Q. robur* собирались в сообществах Романовского, Балашовского и Калининского муниципалитетов, плоды *S. aucuparia* – в Балашове). Таким образом, в течение указанного периода нами получены наиболее объективные и при этом современные данные о качестве плодов и семян древесных растений, живущих в различающихся ландшафтных и климатических условиях севера Нижнего Поволжья.

В течение двух лет, с 2016-го по 2017-й, также объектами биоэкологических исследований по определению качества семян были и хвойные растения-интродуценты (рисунок 9). Семена *Picea pungens* собирались из экосистем Самойловки, Балашова, села Пады Балашовского района, Аркадака; семена *P. canadensis* – из экосистем Балашова и села Пады Балашовского района; семена *Pseudotsuga menziesii* – из экосистем населенных пунктов, аналогичных в случае *Picea pungens*.

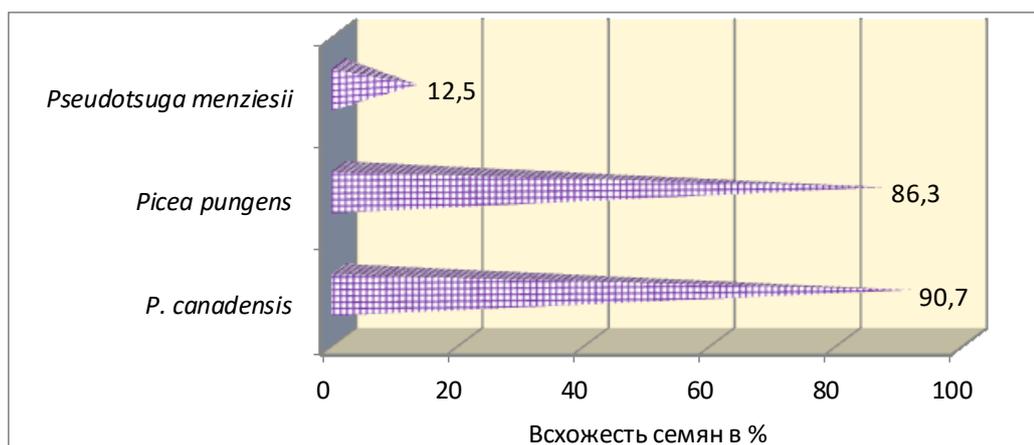


Рисунок 9 – Параметры всхожести семян голосеменных растений (2016–2017 гг.)

В итоге установлено, что у *Picea pungens*, *P. canadensis* жизнеспособность семян составила 86,3 и 90,7%, соответственно. У вида *Pseudotsuga menziesii* особи в возрасте 45 лет имели низкий процент лабораторной всхожести семян. Последняя составила лишь 9,5–15,4%. Такое явление объясняется биологическими особенностями данного вида. У *P. menziesii* лабораторная всхожесть повышалась с возрастом (рисунки 6.5, 6.6 в приложении 6). Результаты данных исследований полезны специалистам муниципальных учреждений по озеленению и благоустройству населенных пунктов области. Введение хвойных интродуцентов в озеленение городов и сел Саратовской области решает, как художественно-эстетические, планировочные, так и непосредственно экологические задачи по охране окружающей среды на постоянной, круглогодичной основе.

В течение 2016–2017 гг. реализованы опыты по проращиванию желудей крупноплодной формы дуба *Q. robur*, собранных из растительных сообществ Романовского, Балашовского и Калининского районов, в двух вариантах. Стационарные наблюдения за ходом появления всходов и за последующим ростом, измерения и фиксация проведены в Балашове. Желуди крупноплодной формы высеяны в контейнеры (опыт) и в открытый грунт (контроль). Внутренняя стенка контейнера нами была перфорирована для свободного оттока излишней воды при поливе или для подпитывания влагой растений, то есть для обеспечения стабильного водного режима, обеспечившего экологический оптимум для роста и развития растений. Контейнеры составлялись в помещении с естественным дневным освещением и со средней температурой в зимний период – +13,6⁰С, минимальной – +9,5⁰С и максимальной температурой в этот период – +17,4⁰С (систематически проводился контроль показаний термперературы).

Появление всходов наблюдалось в третьей декаде февраля. К 25 апрелю 2017 года растения имели вид хорошо сформировавшихся однолетних сеянцев, превышающих стандартные размеры. Растения д. черешчатого достигли высоты 37,1±0,4 см с одревесневшими на 85% однолетними побегами (рисунок 7.1 приложения 7). Желуди, высеянные в открытый грунт 10 октября 2016 г., взошли в первой половине мая 2017 года. К сентябрю этого года они

достигли высоты $21,7\pm 0,5$ см. Усредненные данные о параметрах роста особей дуба отражены в таблице 10.

Таблица 10 – Среднеарифметические показатели роста ювенильных растений крупноплодной формы *Quercus robur* L. (2016–2017 гг.)

$M\pm m$, см	σ^2	σ	C_v , %	p , %	t
средняя высота семянцев <i>Q. robur</i> , выращенных в контейнерах					
37,1±0,4	4,7	2,2	5,9	1,1	92,8
средняя высота семянцев <i>Q. robur</i> , выращенных в открытом грунте (контроль)					
21,7±0,5	8,7	2,9	13,4	2,3	43,4

По данным наших наблюдений, растения д. черешчатого в контейнерах проявляют наибольшую интенсивность роста и развития. Как видим из таблицы 10 средняя высота семянцев, выращенных нами в контейнерах ($37,1\pm 0,4$) значительно превышает среднюю высоту растений, выращенных в открытом грунте ($21,7\pm 0,5$). Критерий Стьюдента значительно выше табличного значения. Это указывает на высокую достоверность средних арифметических значений, полученных, как для семянцев крупноплодной формы д. черешчатого, выращенных в контейнерах, так и для семянцев этих растений, выращенных в открытом грунте. Превышение одного среднеарифметического значения $M\pm m$ высоты растений д. черешчатого крупноплодной формы ($37,1\pm 0,4$) над другим среднеарифметическим значением высоты растений этого вида и этой формы ($21,7\pm 0,5$) является статистически достоверным. Соответственно, получена высокая достоверность превышения среднеарифметических значений высоты растений, выращенных в контейнерах, над растениями данного вида и данной формы, выращенными в открытом грунте.

Укажем, что проведенными ранее Р.Н. Ломадзе исследованиями также установлена высокая интенсивность развития растений д. черешчатого из городских и пригородных экосистем Балашова при выращивании в вариантах с закрытыми корневыми системами [Ломадзе, 2009]. Им проанализированы параметры корреляции между размерами, массой желудей и высотой выращенных из них молодых растений д. черешчатого и двух его декоративных форм – овальной, яйцевидной, показателями углов наклона побегов.

В нашем случае достоверно установлено, что средневзвешенное значение роста ювенильных растений этого вида с выраженной крупноплодной формой при выращивании в вариантах с закрытыми корневыми системами более предпочтительно. Дело в том, что, в среднем, рост таких растений в контейнерах более интенсивен по сравнению с контролем. Различия эти статистически значимы. Поэтому наши эксперименты позволили получить новые результаты об эффективности контейнерного метода выращивания молодых растений д. черешчатого с декоративной формой. В случае с крупноплодной формой это реализовано нами впервые, как для Балашовского района, так и для Романовского, Калининского районов Саратовской области.

Применение комплексного подхода – учета параметров толерантности древесных растений к ограничивающим абиотическим факторам, сведений о среднегодовых фенодатах развития за теплые сезоны, биометрических показателях репродуктивного материала, декоративных качествах – может решать экологические проблемы современных урбосистем. В том числе учет указанных биоэкологических особенностей древесных растений будет способствовать в решении актуальной в настоящее время задачи озеленения городов и сел Саратовского региона с использованием посадочного материала из растительных организмов данной группы, включительно с оптимизированным ходом роста и развития в соответствии с местными погодно-климатическими средовыми условиями. Такие древесные растения обладают наибольшей адаптационной способностью к этим условиям. Градостроительную, рекреационную, микроклиматическую, санитарно-гигиеническую и эстетическую функции растительных сообществ в Саратовском регионе можно улучшить введением в урбоэкосистемы новых высокодекоративных видов и форм древесных растений, приспособленных к местным природно-климатическим средовым факторам. В озеленительный ассортимент необходимо включить особи вида *Q. robur* и его формы (крупноплодную форму, яйцевидную и овальную формы), которые характеризуются высокой декоративностью и средним уровнем устойчивости к азротехногенному загрязнению городской среды. Тем более указано, что в малых и средних городах Саратовской области уровень загрязнения окружающей среды, в общем, является низким [Любимов и др., 2011; Ларионов, 2012, 2015; Ларионов и др., 2016]. Поэтому этот вид и его формы заслуживают широкого использования в озеленении различных функциональных зон городов и поселков нашего региона. При озеленении, включительно в деле создания линейных древесных насаждений, а также культурных растительных сообществ в парковых объектах, скверах, в городских и пригородных садах, в дачных зонах, при создании зеленых «колец» вокруг городских поселений (защитных и природооптимизирующих древесных насаждений) лучше применять крупномерный посадочный материал из растений *Q. robur* с оптимизированным ходом онтогенеза посредством его предварительной подготовки контейнерным методом. Как показали результаты наших экспериментов, оптимизированный ход онтогенеза у древесных растений на начальном этапе повышает жизнеспособность, экологическую устойчивость, закладывает необходимые адаптационные возможности для дальнейшей жизнедеятельности.

Проведенными нами опытами подтверждена экологическая эффективность применения контейнерного метода проращивания семян и подготовки сеянцев, опробованного ранее рядом других авторов в некоторых регионах [Любимов, Гурьева, 1984; Любимов, 2002; Любимов, Зиновьев, 2002; Мельников, 2009], для обновления и создания новых устойчивых сообществ в урбанизированных территориях района исследований с качествами декоративности, жизнеспособности, продуктивности. В итоге нами экспериментально установлено, что данный метод в современных почвенно-климатических условиях урбоэкосистем нашего региона

позволяет обеспечить экологический оптимум онтогенеза, как для растений этого вида, так и для других представителей древесных растений. Это дает возможность повысить способность древесных растений реализовать свой биоэкологический потенциал в урбаносреде Саратовского региона, а также насытить состав урбоэкосистем региона посредством создания посадок древесных растений включительно из представителей этого местного вида, имеющим большое биоценотическое и средоформирующее значение.

В условиях сел Пады и Рассказань Балашовского района Саратовской области нами выполнен цикл исследований для оценки эффективности мер по оптимизации роста и развития растений на примере *Robinia pseudoacacia*, использованной в озеленении культурных, рекреационных, жилых и других территориальных объектов в регионе. Реализовано экспериментальное определение влияния капельного орошения на рост и развитие древесных растений. Экологическую эффективность применения метода капельного орошения применительно к древесным растениям на примере Казахстана и Саратовской области, где очевидны засушливые условия летом, установил В.Б. Любимов [Любимов, 2002, 2012]. Поэтому в данной части работы этот метод использован в качестве основы эксперимента. Полив – капельное орошение – растений осуществлялся при снижении водообеспеченности почвы в корнеобитаемом слое до 71–64% от ПВ с вегетационной нормой в опыте 530–480 м³/га, в контроле – 2200 м³/га. По результатам опытных исследований и наблюдений произведены расчеты. Они показали: при капельном орошении экономия воды, в среднем, составила 1670–1720 м³/га. Дифференциация вегетационных норм полива растений отражена в таблице 7.1 приложения 7.

Использование экологического метода капельного орошения способствует высокому, оптимальному росту и нормальному развитию древесных растений. Он также дает возможность исключить процессы вторичного засоления почвы. Результаты эксперимента свидетельствуют, что внедрение капельного орошения является целесообразным. Оно значительно помогает снизить затраты, помогает сбережению водных и земельных ресурсов, повышает процент выхода стандартного посадочного материала с единицы площади (приложение 7, таблица 7.2). С использованием капельного орошения древесные растения получают именно такие порции влаги, которые им необходимы для правильного и интенсивного роста. Сорные растения в итоге не снабжаются требуемым количеством влаги, поэтому подавляются и развиваются гораздо хуже. Корневые системы с использованием данного метода развиваются гораздо лучше, что способствует быстрому росту и развитию древесных растений. Данный метод позволяет оптимизировать ход онтогенеза на ранних стадиях у древесных растений, что очень важно в деле создания продуктивных и устойчивых древесных насаждений с учетом относительной засушливости климата севера Нижнего Поволжья, охватывающего наибольшую площадь Саратовского региона. Полученные данные полезно учитывать и использовать в зеленом строительстве в районе исследований.

Для оптимизации роста и развития древесных растений в начальных стадиях онтогенеза актуально применение для посева семян гидроизолированных контейнеров (ГИПК) с постоянным поступлением (притоком) влаги посредством дренажа [Любимов, 2002, 2012]. Перманентное обеспечение влагой почвогрунтов и, следовательно, использованных в эксперименте растений являлось ключевым условием, обеспечивающим экологический оптимум при прорастании семян. В контейнерных почвогрунтах в период с 2012 по 2016 гг. выращивались сеянцы следующих видов, семена которых предварительно были собраны с растений, произрастающих в составе экосистем поселений района исследований. Посев осуществлялся в ГИПК (опыт), а также в открытый грунт (контроль). Проращивание указанным образом семян древесных растений исключало лимитирующее влияние эдафических и метеоклиматических условий.

Кроме того с экологической точки зрения очевидна перспективность использования контейнерного метода при выращивании древесных растений [Любимов, Зиновьев, 2002; Любимов и др., 2009₆]. Целесообразность его использования подтверждена нашими результатами на примере ряда видов древесных растений. В итоге всхожесть семян древесных растений в контейнерных почвогрунтах достигала 91–96 процентов. Это отличный показатель жизнеспособности семян данных организмов при самых минимальных затратах и в условиях проявления аридности климата. Он отражает заключенный у древесных растений из урбоэкосистем нашего региона на данной жизненной стадии биоэкологический потенциал, который реализуется посредством проращивания с закрытыми корневыми системами. Ведь не только репродукция является существенной компонентой адаптации древесных растений в искусственных экосистемах. Хотя, несомненно, это крайне необходимо для поддержания популяционной структуры и требуемого состава рукотворных растительных сообществ. Огромное значение имеет и всхожесть семян древесных растений, живущих в искусственных местообитаниях (в населенных пунктах). Она является важным условием поддержания экологической устойчивости образуемых древесными растениями сообществ. Полученный нами результат демонстрирует возможность, каким образом возможно повысить жизнеспособность семян древесных растений, не прибегая к поиску и приобретению их в пунктах продажи, коммерческих дендропитомниках и т.п. То есть практическая польза наших экспериментальных данных о жизнеспособности семян и последующем хорошем росте (и о дальнейшем развитии) древесных растений лежит в плоскости комплексного рационального городского природопользования (в контексте сбережения почвенных, водных и биологических ресурсов при расходовании озеленительного материала).

Результаты отражены в таблице 11. Полив растений велся одновременно для опыта и контроля. Содержание влаги в контейнерном почвогрунте (до глубины 20 см) поддерживалась на уровне не менее 73,5 процентов от ПВ. Как мы выяснили (п. 5.3), этот показатель представляет нижнюю границу экологического оптимума для роста и развития древесных

растений в нашем регионе. При этом еще регистрировались объемы потребления воды в контрольных и опытных вариантах (в ед. площади).

Таблица 11 – Средняя высота однолетних сеянцев древесных растений, выращенных в ГИПК (опыт) и в открытом грунте (контроль), 2012–2016 гг.

Виды растений	Высота	$M \pm m$, см	σ	C_v , %	p , %	t
1. <i>Acer platanoides</i>	опыт	10,6±0,13	0,55	5,2	1,2	81,5
	контроль	7,5±0,12	0,51	6,8	1,6	62,5
2. <i>A. campestre</i>	опыт	9,4±0,21	0,59	6,3	2,2	44,8
	контроль	6,3±0,17	0,48	7,6	2,7	37,1
3. <i>A. negundo</i>	опыт	24,5±0,22	1,4	5,7	0,9	111,4
	контроль	20,8±0,3	1,5	7,2	1,4	69
4. <i>A. tataricum</i>	опыт	15,5±0,18	1,0	6,5	1,2	86,1
	контроль	13,2±0,25	1,04	7,9	1,9	52,8
5. <i>Crataegus sanguinea</i>	опыт	10,3±0,11	0,47	4,6	1,1	93,6
	контроль	6,1±0,098	0,43	7,0	1,6	67,8
6. <i>C. altaica</i>	опыт	14,6±0,21	0,98	6,7	1,4	69,5
	контроль	11,5±0,24	0,92	8,0	2,1	47,9
7. <i>Physocarpus opulifolius</i>	опыт	56,4±0,74	3,2	5,7	1,3	76,2
	контроль	45,2±0,79	2,9	6,4	1,7	57,2
8. <i>Padus maackii</i>	опыт	53,7±0,61	3,6	6,7	1,1	88
	контроль	41,3±0,58	3,3	8,0	1,4	71,2
9. <i>P. avium</i>	опыт	15,9±0,19	0,94	5,9	1,2	83,7
	контроль	12,1±0,22	0,88	7,3	1,8	55
10. <i>Amelanchier alnifolia</i>	опыт	17,3±0,16	1,12	6,5	0,92	108,1
	контроль	14,5±0,17	1,13	7,8	1,2	85,3
11. <i>Aronia melanocarpa</i>	опыт	16,8±0,18	0,78	4,6	1,1	93,3
	контроль	13,1±0,24	0,72	5,5	1,8	54,6
12. <i>Berberis vulgaris</i>	опыт	16,4±0,15	0,75	4,5	0,91	109,3
	контроль	12,2±0,12	0,6	4,9	0,98	101,7
13. <i>Cotoneaster lucidus</i>	опыт	21,7±0,32	1,24	5,7	1,5	67,8
	контроль	16,4±0,35	1,18	7,2	2,1	46,9
14. <i>Elaeagnus angustifolia</i>	опыт	29,1±0,42	1,6	5,5	1,4	69,3
	контроль	23,2±0,44	1,71	7,4	1,9	52,7
15. <i>Fraxinus excelsior</i>	опыт	17,4±0,19	0,72	4,1	1,1	91,6
	контроль	11,5±0,17	0,55	4,8	1,5	67,6
16. <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	опыт	41,3±0,51	2,5	6,1	1,2	81,0
	контроль	28,1±0,43	2,0	7,1	1,5	65,3
17. <i>Hippophae rhamnoides</i>	опыт	21,4±0,30	1,5	7,0	1,4	71,3
	контроль	18,0±0,32	1,4	7,8	1,8	56,3
18. <i>Ligustrum vulgare</i>	опыт	18,5±0,31	1,5	8,1	1,7	59,7
	контроль	12,2±0,25	1,1	9,0	2,0	48,8
19. <i>Lonicera tatarica</i>	опыт	15,7±0,29	1,05	6,7	1,8	43,4
	контроль	13,6±0,42	1,14	8,4	3,1	32,4
20. <i>Robinia pseudoacacia</i>	опыт	27,1±0,45	1,7	6,3	1,7	60,2
	контроль	19,5±0,53	1,5	7,7	2,7	47,1
21. <i>Aesculus hippocastanum</i>	опыт	18,9±0,24	1,2	6,3	1,3	78,8
	контроль	12,3±0,21	0,88	7,2	1,7	58,6

На примере всех включенных в эксперимент древесных видов установлено нами, что в опыте (то есть в вариантах с закрытыми корневыми системами) высота растений достоверно превышала аналогичный параметр этих организмов в контроле (в вариантах с открытыми корневыми системами). В итоге мы наблюдали, что при выращивании сеянцев с закрытыми корневыми системами формируется компактные корневые системы. Нами также замечено, что в контейнерах развиваются, во-первых, компактные и при этом, во-вторых, нормально разветвленные корневые системы. Надземные органы развиваются более интенсивно. Древесные растения в контейнерах, в целом, показывали наилучший рост, что выразилось в их соответствующих среднестатистических значениях высоты.

Затем нами данные растения пересаживались на постоянное место (в садовые участки и палисадники зон частной жилой застройки и в дачных зонах поселений района исследований). Процедура эта осуществлялась дифференцированно по месяцам: в середине мая, июля, ноября. Эти периоды выбраны нами в соответствии с результатами исследования и анализа ритмики развития древесных растений в летние сезоны. Изучалось влияние на приживаемость растений, выращенных в контейнерах и в открытом грунте при их пересадке в разные сроки, в том числе и при посадке в период экстремальных летних температур (которые в регионе регулярно фиксируются в середине июля или около данного срока). Среднеарифметические значения результатов приживаемости древесных растений приведены на гистограмме рисунка 10.

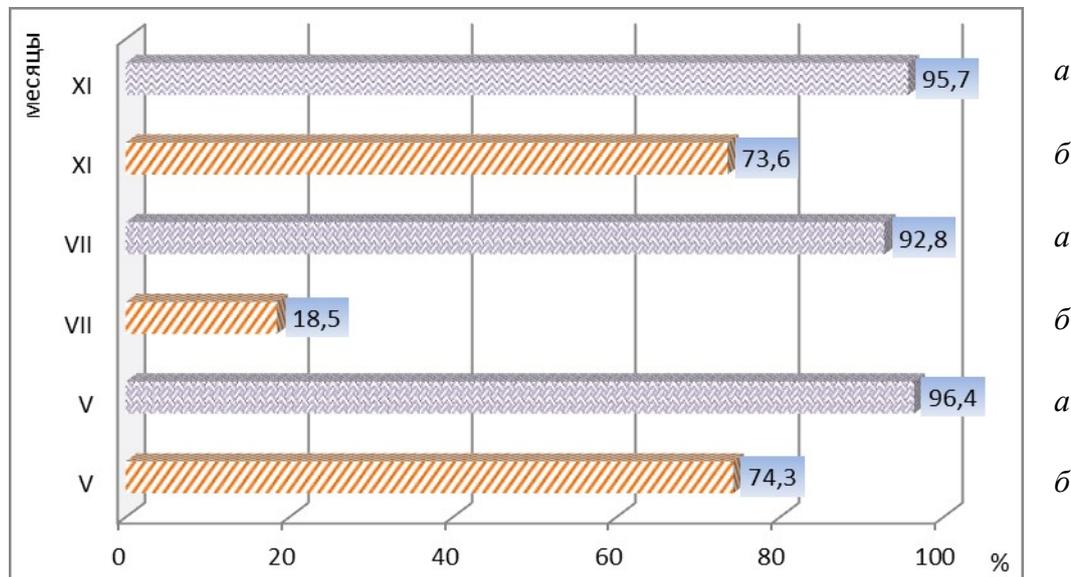


Рисунок 10 – Доля прижившихся древесных растений (в %), выращенных в ГИПК и в открытом грунте, при их пересадке на постоянное место в разные сроки вегетации (2016 г.):
a – посадка в контейнерах; *б* – посадка с оголенными корневыми системами

Получены следующие результаты. В мае-месяце процент приживаемости древесных растений, посаженных с оголенными корневыми системами (в открытый грунт), оказался равным 74,3 (*б*). В контейнерах приживаемость достигла 96,4 процентов (*а*). В июле по обоим

вариантам высадки регистрируемые в данных экспериментах биоэкологические показатели составили 18,5 (б) и 92,8 (а) процентов. Видно, что оголенные корневые системы оказываются наиболее уязвимыми к действию высоких температур и засухи в самый жаркий и весьма засушливый летний месяц на севере Нижнего Поволжья.

Наблюдения за приживаемостью древесных растений в ноябре дали следующие результаты. Высадка в контейнерах обеспечила, в среднем, приживаемость организмов этой группы на 95,7 процентов (а). В случае оголенных корневых систем она достигла всего лишь 73,6 процентов (б). Среднеарифметические значения приживаемости древесных растений в вариантах с контейнерами достоверно превышали аналогичные значения приживаемости этих растений в вариантах посадки в открытый грунт. В среднем, приживаемость высаживаемых экземпляров древесных растений, выращенных в контейнерах, в среднем по периодам высадки, испытанным видам и по поселениям, составила 94,9 процентов.

Таким образом, наши результаты свидетельствуют, что приживаемость древесных растений в контейнерах способствует большей их приживаемости в условиях степной природной зоны с аридным характером климата в разное время теплого сезона года (и по его окончанию – в ноябре). Наши данные соотносятся со сводками о метеоклиматических условиях, характерных для г. Балашова [Учебно-краеведческий атлас..., 2013; Саратовский центр по гидрометеорологии..., 2020], и сообщениями других исследователей в прошлом по этому урбанизированному району [Балина, 2001; Михайлов, 2005; Ломадзе, 2009].

При этом полученные нами данные отражают не только жизнеспособность древесных растений на ранней стадии развития для природно-метеоклиматических условий Донской низменно-равнинной степной провинции, где расположен г. Балашов (согласно сведениям этих ученых), но и для других физико-географических единиц (для разных частей Окско-Донской низменно-равнинной лесостепной, Донской низменно-равнинной степной провинции, Приволжской возвышенно-равнинной степной и лесостепной, Сыртовой низменно-равнинной степной провинций), где расположены остальные населенные пункты нашего района исследований. То есть наши результаты показывают способность к приживаемости древесных растений разных видов в разных климатических условиях, характерных соответствующим территориям на севере Нижнего Поволжья.

Надо добавить, что в эксперименты включено нами значительно большее количество видов – двадцать один – в отличие от: пяти видов растений (*Cotoneaster lucidus*, *Tilia platyphyllos*, *T. cordata*, *Sorbus aucuparia*, *Ligustrum vulgare*) в экспериментах К.В. Балиной [Балина, 2001], десяти видов (*Cotoneaster integerrima*, *C. melanocarpus*, *Amelanchier alnifolia*, *A. canadensis*, *Rosa canina*, *R. corumbifera*, *Aronia melanocarpa*, *Padus virginiana*, *Crataegus altaica*, *C. ambigua*) в исследовании О.В. Михайлова [Михайлов, 2005], одного вида (*Quercus robur*) в экспериментах Р.Н. Ломадзе [Ломадзе, 2009]. Также данные по выращиванию семян *Cotoneaster lucidus* приведены Н.П. Котовой [Котова, 2011].

По всем использованным нами видам в исследованиях по определению качества семян, их жизнеспособности, изучению и оценке приживаемости сеянцев, росту и развитию древесных растений при соответствующих вариантах воздействия ограничивающих факторов для семи муниципальных районов Саратовской области сведения получены впервые. Для урбоэкосистем Балашовского района по восьми видам (*Acer platanoides*, *A. campestre*, *Crataegus sanguinea*, *Physocarpus opulifolius*, *Padus maackii*, *P. avium*, *Fraxinus excelsior*, *Aesculus hippocastanum*) данные о росте однолетних сеянцев добыты нами тоже впервые. При этом по девяти древесным видам – восьми указанным выше и по *C. altaica* – результаты изучения возможностей по обеспечению приживаемости, по оптимизации роста и развития получены нами также впервые. По тринадцати видам (*A. negundo*, *A. tataricum*, *Amelanchier alnifolia*, *Aronia melanocarpa*, *Berberis vulgaris*, *Cotoneaster lucidus*, *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Hippophae rhamnoides*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera tatarica*, *Robinia pseudoacacia*, *C. altaica*) данные о качестве репродуктивного материала для урбоэкосистем Балашовского района нами уточнены. Дополнительно для двенадцати видов (по выше указанным за исключением боярышника *C. altaica*) нами получены современные сведения об их приживаемости на ранних стадиях развития в урбоэкосистемах Балашовского района.

Контейнерный метод обеспечивает более приемлемые эдафические и микроклиматические условия для приживаемости древесных растений из местных естественных экосистем и экосистем, функционирующих на городских территориях региона наших исследований. Это установлено на примере семи урбанизированных районов. Широкий территориальный охват при проведении экспериментов в этой части работы позволил установить целесообразность использования данного метода для обеспечения приживаемости древесных растений в разных частях севера Нижнего Поволжья, где находится Саратовская область. Поэтому данный метод полезно использовать в озеленительной работе на разных территориях области.

В соответствии с этим контейнерный метод позволяет создавать культурные растительные сообщества различного целевого назначения, проводить реконструкцию существующих насаждений в течение всего вегетационного периода с возможностью коррекции видового и возрастного состава древесных насаждений, что совершенно невозможно осуществлять при выращивании посадочного материала с открытыми корневыми системами. Данный метод представляет надежный практический инструмент управления сообществами, образованными посадками древесных растений в урбанизированных территориях района исследований. Все это в совокупности несет в себе в первую очередь природоохранное значение (повышается процент приживаемости растений, оптимизируются условия их развития, сокращаются затраты на уход за ними в первый год после пересадки) и дает возможность реконструировать и создавать насаждения в течение всей вегетации.

На основании проведения собственных исследовательских экспериментов нами было установлено, что контейнерный метод, метод капельного орошения и использование ГИПК с постоянным притоком через дренаж влаги представляются целесообразными с экологической точки зрения. Реализуется рациональное использование поливной воды, земельных ресурсов, обеспечивается высокая жизнеспособность и приживаемость посадочного материала, экономное его расходование позволяют, что позволяет решать актуальные в числе прочих вопросы в городском природопользовании. Самое главное, таким способом мы можем создавать экологически оптимальный режим для роста и развития растений независимо от влияния метеоусловий, причем в разных ландшафтных и метеоклиматических условиях. Выращенные растения могут быть использованы при создании зеленых насаждений общего и специального пользования. С учетом растущих площадей отчужденных участков в городах и селах Саратовской области после интенсивного хозяйственно-техногенного использования данные методы оптимизации роста и развития древесных растений и рационализации земле- и водопользования не просто целесообразны, а остро необходимы в озеленительной работе. Создаваемые с помощью указанных и апробированных нами методов посадки древесных растений имеется возможность организации, как площадных (будущих ядер урбозоокаркасов), линейных (экологических коридоров и защитно-буферных зеленых структур), так и клиньевых зеленых насаждений (на различных урботерриториях) с заложенными изначально свойствами устойчивости и при этом с ценными декоративными качествами в городском биоэкологическом благоустройстве.

Уместно добавить, что контейнерный метод проращивания семян древесных растений не только дает возможность повысить их выживаемость и оптимизацию феноритмов развития этих организмов в дальнейшем при жестком воздействии лимитирующих абиотических условий на севере Нижнего Поволжья и на юго-востоке Среднего Поволжья, где располагается Саратовская область. Проращивание семян древесных растений в почвогрунтах контейнеров также способствует их защите от грызунов, которые активно заготавливают фураж, включительно семена ряда древесных видов (*Acer platanoides*, *A. tataricum*, *Lonicera tatarica*, *Fraxinus excelsior*, *Aesculus hippocastanum* и др.) на предстоящие холодные периоды года. Семена древесных растений служат пищей и для других животных. Поэтому посев семян древесных растений в открытый грунт на хозяйственно и экологически различных территориях (дачных и садовых участках, внутридворовых зеленых зонах, зеленых клиньях, магистральных насаждениях, объектах рекреации и лесного хозяйства, территорий природоохранного и защитного озеленения, общественно-деловых и производственных зон) чреват нерациональным расходом репродуктивного материала, в том числе и при незащищенности его от таких нежелательных биотических факторов. Соответственно, полезно исключить допуск животных, питающихся древесными семенами, к местам размещения посадочных контейнеров, что не представляется сложным. Таким образом, контейнерный метод обеспечения жизнеспособности семенного

материала древесных растений позволяет существенно минимизировать действие на них лимитирующих абиотических и некоторых биотических факторов.

На основе всего комплекса выполненных исследований, наблюдений и анализа специальной литературы [Балина, 2001; Заигралова, 2002; Любимов, 2002; Любимов, Зиновьев, 2002; Михайлов, 2005; Любимов и др., 2009^б; Заигралова, Кабанов, 2006; Барышникова, Арестова, 2008; Большова, 2010; Богачкина, 2015; Арестова, Арестова, 2017; Герасимова и др., 2017] предложен перечень из 301 представителя древесных растений (приложение 8, табл. 8.1). Эти виды относятся к 57 родам и входят в 24 семейства, обладают необходимым биоэкологическим потенциалом и ценными хозяйственными признаками: декоративностью, относительно устойчивой вегетацией и репродукцией, толерантностью к природно-климатическим условиям района исследований, средоформирующей, эколого-защитной и эколого-оптимизирующей функциональностью по отношению к косным и биокосным компонентам окружающей среды. Растения из предложенного перечня перспективны для использования в озеленении городов и сел Саратовского региона, особенно в удаленных от регионального центра муниципальных районах и характеризующихся бедностью видового состава и расстроеным характером древесных насаждений.

На основе собственных обследований и с учетом соответствующих опубликованных материалов [Золотухин, 2006; Виноградова и др., 2010; Инфантов, 2012; Виноградова, 2015; Письмаркина, Силаева, 2018; Яценко, Виноградова, 2018; Абрамова и др., 2019] 40 видов, использованных в озеленении поселений района исследований и представляющих определенную инвазионную опасность для природных сообществ, выделено в отдельную группу растений (приложение 8, табл. 8.2). Они не рекомендуются для озеленения городов и сел региона. Кстати, эти виды активно используются в озеленении населенных пунктов Европы и в ряде регионов России.

Целесообразность введения в культуру рекомендованных видов древесных растений, использованные методы и полученные результаты экологических исследований полезно учитывать и повсеместно применять в работе по реконструкции, замене и созданию новых зеленых насаждений разных целевых категорий, а также в качестве практического инструмента управления урбозкосистемами. Полученные данные о высокой доле всхожести семян, приживаемости и об отличных биометрических характеристиках исследованных видов растительных организмов на этапе образования проростков и в ювенильной стадии могут рассматриваться как фундаментальная основа в озеленительной деятельности, а также как совокупное практическое средство обеспечения экологической устойчивости этих растений и будущих посадок из них. Кроме того, результаты экологических исследований качества репродуктивного потенциала и возможностей по оптимизации индивидуального развития древесных растений важны в эколого-стабилизирующем плане по отношению к качеству окружающей среды и, в том числе, к почвенному покрову в населенных пунктах севера Нижнего Поволжья, доминирующую часть которого занимает Саратовская область.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе раскрыты ключевые биоэкологические аспекты оптимизации состава и структуры зеленых насаждений населенных пунктов (на примере Саратовской области). Они заключаются в возможности развития древесных растений на уровне экологического оптимума при создании наиболее благоприятных условий с учетом почвенно-климатических особенностей севера Нижнего Поволжья, где располагается наибольшая часть Саратовской области, а также в целесообразности введения в состав урбоэкосистем видов из рекомендованного перечня. Установлено: некоторые виды древесных растений и их формы в природных и искусственных экосистемах района исследований производят качественный и высоко жизнеспособный репродуктивный материал, что также необходимо учитывать в деле создания культурных экосистем различных категорий городского и пригородного природопользования и управления такими сообществами.

Результаты исследований, их анализ и обобщение позволили сформулировать следующие выводы:

1. Из двухсот представителей древесных растений в составе урбоэкосистем Саратовской области в большей мере использованы в озеленении городов и сел пятьдесят пять видов. Восемьдесят два представителя древесных растений перспективны для использования в озеленении. Для обновления и улучшения состояния насаждений урбосистем наиболее перспективными флористическими источниками являются древесные растения из Циркумбореальной, Восточноазиатской, Атлантическо-Североамериканской и Ирано-Туранской флористических областей, входящих в Голарктическое царство, Бореальное и Древнесредиземноморское подцарства.

2. Установленный период вегетации использованных в озеленении древесных растений на уровне 173–207 суток, с учетом эколого-биологических характеристик видов, специфики температурных и эдафических условий, соответствует климатическим особенностям Саратовской области и условиям урбоэкосистем района исследований. Диапазоны фенофаз у декоративных форм *Quercus robur* практически не отличаются от фенофаз среднестатистических растений данного вида.

3. Среднеарифметические показатели критических положительных и отрицательных температур приземного воздуха находятся в диапазоне экологической валентности древесных растений, введенных в экосистемы городов и сел области. Основным лимитирующим абиотическим фактором для большинства использованных в озеленении видов является дефицит почвенной влаги: снижение ее содержания до 67,5% и ниже от ПВ обуславливает ежедневное падение тургора в листьях и в недревесневших побегах, ослабление древесных растений, сокращение их вегетации, в среднем для поселений региона, на 18–23 суток. При дальнейшем (экстремальном) падении почвенной влаги наблюдается летний листопад.

4. Биометрические показатели семян при проращивании посредством контейнерного метода свидетельствуют о высокой жизнеспособности у большинства экспериментально испытанных древесных растений. При этом семена и плоды изученных декоративных форм древесных растений (на примере *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*) обладают достоверно лучшими биометрическими параметрами, лучшей способностью к прорастанию и жизнеспособностью, оптимальными сроками прохождения фаз в сравнении со среднестатистическими растениями этих видов.

5. Оптимизированные экологические условия посредством использования контейнерного метода и метода капельного орошения позволяют реализовать потенциал роста и развития древесных растений, в том числе с ценными хозяйственными свойствами, демонстрирующими в итоге толерантность к экстремально минимальной температуре воздуха (-42°C), к максимальной температуре воздуха ($+42^{\circ}\text{C}$), к дефициту влаги (до 67,5% и менее от ПВ) в районе исследований. Улучшение гидротермического режима почв на начальных стадиях развития древесных растений позволяет оптимизировать их дальнейший рост и развитие в среднем на 91–96%, что важно для наиболее полной реализации ими биоэкологического потенциала.

6. Экономия воды посредством метода капельного орошения в среднем составляет 1650 м³/га. В среднем по видам и урбоэкосистемам района исследований контейнерный метод способствует приживаемости в пределах 94,9% экземпляров древесных растений, стабилизирует их рост и развитие уже на ранних стадиях. Эти экологические методы позволяют контролировать и рационализировать режим потребления водных и земельных ресурсов при обновлении и создании новых древесных насаждений в поселениях Саратовской области, а также снизить расход посевного и посадочного материала при испытании и подготовке озеленительного ассортимента. Это в совокупности соответствует принципам экологически устойчивого функционирования урбоэкосистем и развития современных поселений. На основе результатов исследований предложены практические рекомендации.

РЕКОМЕНДАЦИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ, ДЕКОРАТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Улучшение состояния, обеспечение устойчивости, повышение экологической эффективности и декоративности древесных насаждений в Саратовской области, характеризующейся аридностью, континентальностью климатических условий, относительным дефицитом в почвах питательных элементов, особенно в условиях урбосистем, вариабельностью направлений и скорости движения воздушных масс, может быть реализовано:

- применением в озеленении высокодекоративных видов, обладающих средоформирующими и средооптимизирующими свойствами, толерантностью к местным почвенно-климатическим условиям;

- тщательным отбором семенного материала для последующей высадки;

- созданием условий для достижения экологического оптимума для роста и развития древесных растений на ранних этапах, что повысит качество полученного из них посадочного материала для дальнейшей пересадки в открытые почвогрунты в городах и селах региона;

- оптимизацией условий жизнедеятельности и содержания имеющихся насаждений за счет действенного ухода, регулярного орошения и внедрения высокоэффективных технологий выращивания посадочного материала и содержания посадок;

- перманентным контролем за воздействием лимитирующих экологических факторов на древесные растения в составе имеющихся насаждений, новых посадок и, безусловно, в посадках на подготовительном этапе (при подготовке посадочного материала в контейнерах), и за их ответными реакциями.

Данные мероприятия возможно выполнить на основе материалов и результатов исследований, отраженных в главах 4, 5 и 6 диссертации. Для нейтрализации неблагоприятных эдафических факторов, для улучшения и оптимизации роста и развития древесных растений на их начальных этапах рекомендуется использовать контейнерный метод проращивания семян (с использованием ГИПК) и метод капельного орошения. Во-первых, они исключают дефицит почвенной влаги, во-вторых, – способствуют нормальному развитию подземных и надземных органов древесных растений, повышают всхожесть семян и дальнейшую жизнеспособность выращиваемых таким образом растений, в-третьих, – способствуют рационализации потребления земельных и водных ресурсов (это особенно актуально для Саратовской области, характеризующейся засушливостью климата в летние периоды), в-четвертых, снижают расход посевного и посадочного материала. Дополнительно разработаны нормы полива древесных растений, находящихся на ранних этапах онтогенеза в зависимости от географического расположения и природно-климатических условий различных районов Саратовской области (приложение 5, таблица 5.2). Большое значение принадлежит круглогодичным наблюдениям за

состоянием и продуктивностью древесных растений, особенно в вегетационные периоды. Необходимо вести тщательный надзор за прохождением фаз древесными растениями, используемыми при организации озеленительных структур разных категорий пользования.

Древесные растения в районе исследований представляют структурный базис искусственных экосистем, во многом определяющий видовую, горизонтальную и вертикальную структуру создаваемых фитоценозов в условиях урбанизированных территорий. Поэтому мониторинг за их состоянием и функциональностью древесных насаждений (в качестве защитно-экологических каркасов, источников первичной продукции, особенностями репродукции, декоративностью) является интегрирующим инструментом в комплексе приведенных рекомендаций.

Как следует из материалов исследований, из 200 использованных в озеленении городов и сел района исследований области видов древесных растений (глава 4) 55 наиболее распространены и относительно неплохо реализуют свои жизненные циклы в составе урбоэкосистем. При этом в ходе ежегодных обследований и по итогам их анализа установлено: 106 видов зарегистрированы в урбоэкосистемах единично, малыми группами или куртинами – в питомниках и образовательных организациях, 82 вида и формы перспективны для внедрения в экосистемы городов и сельской местности Саратовского региона, 58 видов требуют дополнительного испытания с целью определения их целесообразности и перспективности для последующего введения в состав экосистем городов и сел (приложение 3, таблица 3.1).

В работе по планированию, последующей организации устойчивых и экологически эффективных зеленых зон в районе исследований, в первую очередь, с учетом показателей метеоклиматических факторов, водообеспеченности почв и в соответствии с задачами организации и реконструкции озелененных территорий, рационально и крайне необходимо создание дендрологического питомника в западном Правобережье Саратовского региона, удаленном от областного центра и где нет интродукционных центров. С практической точки зрения полезно, чтобы питомник имел районный и даже общерегиональный статус ввиду значительности занимаемых площадей муниципальными районами, большого числа расположенных здесь населенных пунктов и, в целом, из-за обширной территории нашего региона, близости к западному Правобережью Саратовской области соседних субъектов. При этом, надо дополнить, такой питомник может быть, как внутрорегионального территориального охвата, так и межрегиональным (для Волгоградской области, для степных районов Воронежской области с близкими природно-климатическими условиями для района реализованных стационарных исследований) – для экологических исследований и подбора озеленительного ассортимента. В задачу такого питомника должен входить весь комплекс биоэкологических исследований древесных растений, а также научное обоснование перспективности их использования в озеленении, прежде всего, правобережных районов области. В частности, в рекомендуемом питомнике требуется выполнять испытательные работы

по выявлению пределов отрицательного и губительного воздействия на древесные растения лимитирующих средовых условий (посредством процедуры их моделирования и наблюдении за растениями на разных стадиях развития), сравнение параметров и особенностей онтогенеза в природных и урбанизированных условиях района исследований. Целесообразно определение экологически оптимальных условий для роста и развития древесных растений по примеру описанных в данной работе (материалы глав 5, 6), которые нужно будет обеспечить в экосистемах городов и сел Саратовской области.

Дополнительно дендрологический питомник будет полезен для использования озеленителями из других районов Саратовского региона с соответствующими метеоклиматическими условиями и с учетом экологии и биологии предложенных нами видов древесных растений.

Кроме того такой питомник представляет значимость в научной и практической работе по организации экологического мониторинга:

- в качестве зоны контроля для эффективной реализации различных направлений исследований по экологии древесных растений на организменном и надорганизменных уровнях (популяционном, биоценотическом) в экосистемах городов и сел Саратовского региона;

- в качестве контрольной территории при изучении видового состава, экологического спектра и состояния аборигенных и интродуцированных представителей древесных растений в культурных сообществах в городской и сельской местности;

- в роли зоны контроля при выполнении исследований по определению устойчивости экологических каркасов, сформированных, только формируемых или планируемых к созданию на основе насаждений с соответствующим видовым составом и с аналогичным возрастным спектром популяций древесных растений;

- при закладке испытательных опытов, где могут быть созданы различные средовые условия и успешно решаться, как научно-исследовательские, так и исследовательско-производственные, ресурсосберегающие, эколого-охранные, почвозащитные работы, просветительские и воспитательные мероприятия по широкому кругу экологических тем для детей, молодежи и работающих;

- за феноритмами произрастающих в урбозекосистемах древесных растений и перспективных видов к введению в такие экосистемы;

- за пределами экологической толерантности данных организмов к лимитирующим средовым факторам;

- за реализацией биоэкологического потенциала (качества плодов и семян, жизнеспособности семян, приживаемости молодых растений при пересадке, адаптационных возможностей, способности развивать свойственные видам жизненные формы, диапазоны экологической толерантности к агрессивным средовым факторам) аборигенных и

интродуцированных видов древесных растений и их декоративных форм при моделировании средовых условий;

- по определению толерантности и возможностей для оптимизации развития древесных растений, являющихся редкими или охраняемыми в местных экосистемах природного происхождения;

- за состоянием древесных растений местных и интродуцированных видов на разных этапах онтогенеза и в разных типах посадок в районе исследований.

Приведенные виды (актуальные направления) экологического мониторинга могут реализовываться на муниципальном и на ведомственном уровнях (т.е. на уровнях отдельных организаций, учреждений, предприятий, за которыми закреплены соответствующие территории с озеленением). Полезно, чтобы указанные виды работ в рамках экомониторинга за древесными растениями входили в состав деятельности по модернизации и развитию проектов территориального планирования на муниципальном (на уровнях муниципальных районов, городских поселений) и локальном (к примеру, на микрорайонных уровнях и уровнях рангом ниже – в городах, на уровнях округов – в сельской местности) уровнях.

Конечно, с учетом ландшафтных и почвенно-климатических условий, а, главное, с учетом значительных расстояний между районными центрами, таких дендропитомников полезно создать, как минимум, несколько. Например, в правобережной части Саратовской области – один или лучше два (на западе Саратовского Правобережья и в его центре), в левобережной части области – хотя бы один. Эти питомники: могут производить остро требуемый в сегодняшнее время исходный качественный материал для зеленого строительства; инициировать и мотивировать развитие эколого-дизайнерского дела; стать пунктами «роста» и отработки профессиональных компетенций для специалистов биоэкологического благоустройства; местами учебных практик для студентов среднеспециальных и высших образовательных учреждений; биоэкологическими стационарами для научных работников (сюда, кстати, можно будет привлекать и молодых исследователей); летними экологическими лагерями для детей и молодежи.

В таких питомниках требуется выполнять испытательные работы по выявлению пределов отрицательного и губительного воздействия на древесные растения лимитирующих средовых условий (посредством процедуры их моделирования и наблюдении за растениями на разных стадиях развития), сравнение параметров и особенностей онтогенеза в природных и урбанизированных условиях Саратовского региона. Целесообразно определение экологически оптимальных условий для роста и развития древесных растений по примеру описанных в данной работе (материалы глав 5, 6), которые нужно будет обеспечить в экосистемах городов и сел региона.

Большое научное и прикладное значение представляет экспериментальное испытание древесных видов, оценка их экологических критериев роста и развития, формирование

свойственных видам жизненных форм, изучение и анализ жизнеспособности, декоративности, репродуктивного потенциала. Определенного внимания заслуживает вопрос об уточнении инвазионного статуса уже использованных в озеленении видов древесных растений и видов, предлагаемых к введению в урбоэкосистемы района исследований.

В условиях нестабильного режима выпадений атмосферных осадков и, соответственно, при недостаточном содержании влаги в почвах, умеренной континентальности и засушливости в теплые сезоны климата, характерному северу Нижнего Поволжья и юго-востоку Среднего Поволжья, где расположена Саратовская область, имеется возможность сохранять и воспроизводить биоресурсы, сохранять водные и земельные ресурсы. Важно добавить, что оптимизация развития древесных растений, как из местных природных экосистем, так и интродуцентов, вполне реализуема в урбосистемах Саратовского региона, причем в любых его районах и даже на неубостроенных и не подготовленных для озеленения землях. Установленная эффективность в достижении экологического оптимума посредством контейнерного метода, использованной технологии орошения позволяет обеспечить приживаемость, экологическую устойчивость и при этом декоративность древесных растений в городах и селах региона. Таким образом, предложенные рекомендации для района исследований призваны комплексно решать, как фундаментальные (биоэкологические), так и прикладные (урбоэкологические) задачи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, Л.М. Вселение клёна ясенелистного (*Acer negundo* L., Asteraceae) в пойменные леса северо-запада Оренбургской области / Л.М. Абрамова, В.С. Агишев, Р.М. Хазиахметов // Журн. биол. инвазий. – 2019. – № 2. – С. 2–9.
2. Авдеева, Е.В. Зеленые насаждения в мониторинге окружающей среды крупного промышленного города: дис. ... д.с.-х.н. / Е.В. Авдеева. – Красноярск, 2008. – 390 с.
3. Аврорин, Н.А. Теоретические итоги переноса и акклиматизации растений в Полярно-Альпийском саду / Н.А. Аврорин // Интродукция растений и зеленое строительство. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1966. – С. 89–92.
4. Азарова, О.В. Состояние и средообразующие свойства защитных лесных насаждений в системе озеленения городов степи Российской Федерации: дис. ... к.с.-х.н. / О.В. Азарова. – Саратов, 2007. – 191 с.
5. Алексеевская, Н.К. Физическая география Поволжья: учеб. пособие для студ. геогр. фак. / Н.К. Алексеевская, А.И. Крылова. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1987. – 44 с.
6. Аникин, В.В. Содержание тяжелых металлов в бронзовке золотистой (*Cetonia aurata* L.) на территории города Саратова в 2017 году / В.В. Аникин, М.Ю. Воронин, М.Д. Бударина // Энтотомол. и паразитол. исслед. в Поволжье. – 2018. – № 15. – С. 66–71.
7. Анисимова, А.В. Экологическое состояние зеленых насаждений на улице Рахова в г. Саратове / А.В. Анисимова, М.А. Краснова, Д.А. Купоросова, М.Ю. Несветаев // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2017. – № 1-4. – С. 5–8.
8. Анопин, В.Н. Адаптивно-ландшафтный подход к рекультивации деградированных урбанизированных территорий Нижнего Поволжья / В.Н. Анопин // Вестн. ВолГУ. Сер. 11. – 2011. – № 2. – С. 31–39.
9. Арестова, Е.А. Мониторинг роста и состояния некоторых видов рода *Acer* L. в саратовском Поволжье / Е.А. Арестова // Успехи совр. естеств. – 2017. – № 10. – С. 23–28.
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 НИИСХ Юго-Востока, 2017. – 28 с.
11. Ахматов, К.А. Полевой метод определения жароустойчивости растений / К.А. Ахматов // Бюл. ГБС. – 1972. – Вып. 86. – С. 24–26.
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: иллюстрированный справочник: учеб. пособие / Ю.А. Баженов, А.Ю. Сапелин, А.Б. Лысиков. – М.: Фитон+, 2012. – 240 с.
14. Базилевская, Н.А. Об основах теории адаптации растений при интродукции / Н.А. Базилевская // Бюл. ГБС. – 1981. – № 120. – С. 3–9.

15. Балина, К.В. Биоэкологическая характеристика представителей культурной дендрофлоры Саратовской области и целесообразность её обогащения новыми интродуцентами: дис. ... к.б.н. – Воронеж, 2001. – 224 с.
16. Барышникова, С.В. Перспективность введения в интродукцию некоторых видов древесных растений в Саратовской области / С.В. Барышникова, Е.А. Арестова // Бюл. Бот. сада СГУ. – 2008. – № 7. – С. 113–117.
17. Белостоцкий, Н.Н. О производстве культур саженцами с закрытой корневой системой / Н.Н. Белостоцкий // Лес. хоз-во и лес. пром. – 1979. – № 3. – С. 30–32.
18. Белюченко, И.С. Экологические аспекты практической интродукции растений на современном этапе / Белюченко И.С. // Экол. вестн. Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 3. – С. 5–13.
19. Березуцкий, М.А. Толерантность видов сосудистых растений флоры города Саратова к среде искусственных лесных насаждений / М.А. Березуцкий // Бюл. Сам. Лука. – 2001. – № 11. – С. 257–262.
20. Бескаравайная, М.А. Итоги интродукционных испытаний видов рода *Clematis* на Южном берегу Крыма / М.А. Бескаравайная // Бюл. ГБС АН СССР. – 1982. – №. 126 – С. 7–12.
21. Бобылев, С.Н. Экономика природопользования: учебник / С.Н. Бобылев, А.Ш. Ходжаев. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 567 с.
22. Богачкина, Е.Н. Перспективы использования форзиции на объектах ландшафтной архитектуры Саратовской области / Е.Н. Богачкина, О.В. Азарова // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2015: материалы II Междунар. науч.-тех. конф. (Саратов, 27–30 апреля 2015 г.). – Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2015. – С. 30–32.
23. Болдырев, В.А. Дубовые леса саратовского Правобережья / В.А. Болдырев // Бюл. Бот. сада СГУ. – 2003. – № 2. – С. 25–40.
24. Болдырев, В.А. Естественные леса саратовского Правобережья Эколого-ценотический очерк: монография / В.А. Болдырев. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2005. – 89 с.
25. Болдырев, В.А. Классификация типов лесорастительных условий саратовского Правобережья / В.А. Болдырев // Бюл. Бот. сада СГУ. – 2002. – № 1. – С. 20–22.
26. Болдырев, В.А. Экологическая оценка рекреационной нарушенности плакорных лесов пригородной зоны Саратова / В.А. Болдырев, М.В. Степанов // Изв. Саратов. гос. ун-та. – 2001. – № 5. (Спец. вып. Сер. Биол.) – С. 24–27.
27. Большова, О.Г. Экологическая реабилитация населения мегаполисов посредством озеленения малых городов / О.Г. Большова // Природа человека: материалы Петраковских чтений (Ижевск, 26–27 ноября 2010 г.). – Ижевск, 2010. – С. 42–44.
28. Бочкарева, Е.А. Влияние населенных пунктов на химический состав воды притоков р. Чардым / Е.А. Бочкарева, А.А. Беляченко // Экологические проблемы промышленных

городов: сб. науч. тр. по материалам 6-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Саратов, 10–12 апреля 2013 г.), ч. 1. – Саратов: Изд-во СГТУ, 2013. – С. 157–159.

29. Булгакова, Л.М. Проблемы экологизации экономики и экономизации экологии / Л.М. Булгакова, Р.Н. Плотникова // *Фундамент. исслед.* – 2009. – № 5. – С. 121–122.

30. Буров, М.П. Региональная экономика и управление территориальным развитием: учебник для магистров / М.П. Буров. – М.: Дашков и К, 2017. – 446 с.

31. 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.

32. Быков, Б.А. Геоботаника / Б.А. Быков. – Алма-Ата: Наука, 1978. – 288 с.

33. Быкова, М.А. Комплексная оценка состояния окружающей среды г. Саратова по данным химического и микробиологического загрязнения / М.А. Быкова, О.В. Абросимова, Е.И. Тихомирова, А.А. Макарова // *Фундамент. исслед.* – 2012. – № 5, Ч. 1. – С. 133–137.

34. Викторov, В.П. Интродукция растений: учеб. пособие / В.П. Викторov, Е.В. Черняева. – М.: Прометей, 2013. – 152 с.

35. Виноградова, Ю.К. Кодекс управления инвазионными чужеродными видами растений в ботанических садах стран СНГ (при участии V.H. Neuwold и S.Sharrock). – М.: Изд-во ГБС РАН 2015. – 68 с.

36. 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.

37. Вишневская, А.А. Биоразнообразие пойменных лесов среднего течения реки Хопер (Саратовская область): дис. ... к.б.н. / А.А. Вишневская. – Балашов, 2007. – 343 с.

38. Волкова, Л.Б. Разнотравный газон в современной концепции озеленения городов (на примере Москвы) / Л.Б. Волкова, Н.А. Соболев // *Вестн. МГУЛ – Лес. вестник.* – 2015. – Т. 19. – № 5. – С. 145–152.

39. Воронина, А.В. Принципы «эко-реурбанизации» в архитектурном пространстве постиндустриального развития: дис. ... канд. архитект. / А.В. Воронина. – Н. Новгород, 2012. – 177 с.

40. Воскресенский, В.С. Экологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: автореф. ... к.б.н. / В.С. Воскресенский. – Казань, 2011. – 23 с.

41. Герасимова, Е.Ю. Эколого-биологическая оценка видового состава и методы создания зеленых насаждений с использованием интродуцентов в условиях степной зоны Южного Урала (на примере Оренбургской области): дис. ... к.б.н. / Е.Ю. Герасимова. – Оренбург-Уфа, 2017. – 161 с.

42. Герасимова, Е.Ю. Декоративные формы и сорта хвойных древесных растений, рекомендуемые для озеленения южно-уральского региона (на примере г. Оренбурга) / Е.Ю.

Герасимова, В.Ф. Абаимов, А.А. Кулагин // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2017. – Т. 26. – № 1. – С. 63–69.

43. Глушкова, В.Г. Экология: учебник для студ. вузов / В.Г. Глушкова, Б.И. Кочуров, А.М. Луговской / Под ред. В.Г. Глушковой. – М.: КноРус, 2017. – 258 с.

44. Горохов, В.А. Городское зеленое строительство / В.А. Горохов. – М.: Стройиздат, 2008. – 416 с.

45. Горшкова, Л.Ю. География Поволжья (физико-географическая часть): учеб.-метод. пособие для студ. геогр. фак. / Л.Ю. Горшкова. – Саратов: Изд-во СГУ, 2015. – 32 с.

46. Гостищева, К.С. Сравнительный анализ уровней ландшафтного планирования / К.С. Гостищева // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Сер. «География». – 2013 – Т. 26 (65), № 3 – С. 310–319.

47. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году. – М.: Изд-во Роспотребнадзора, 2018. – 268 с.

48. Грачева, А.В. Основы фитодизайна / А.В. Грачева. – М.: СИНТЕГ, 2012. – 761 с.

49. Гребенюк, Л.В. Рекреационные зоны в градостроительной системе города Саратова / Л.В. Гребенюк, М.В. Степанов // Хартия Земли – практический инструмент решения фундаментальных проблем устойчивого развития: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвященной 15-летию реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан (Казань, 27–28 октября 2016 г.). – Казань: Тат. кн. изд-во, 2016. – С. 124–128.

50. Гришин, П.Н. Почвы Саратовской области, их происхождение, состав и агрохимические свойства: учеб. пособие / П.Н. Гришин, В.В. Кравченко, В.А. Болдырев. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2011. – 176 с.

51. Горина, П.А. Динамика травяного покрова сосновых лесов различного состояния в Прихоперье / П.А. Горина, А.И. Золотухин // Науч. обозр. – 2011. – № 5. – С. 39–49.

52. Груздев, В.М. Территориальное планирование. Теоретические аспекты и методология пространственной организации территории: учеб. пособие для вузов / В.М. Груздев. – Н. Новгород: Изд-во ННГАСУ, 2014. – 146 с.

53. Губанов, И.А. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том 1. Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные) / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Т-во науч. изд-й КМК, 2002. – 526 с.

54. Губанов, И.А. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные) / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Т-во науч. изд-й КМК, 2003. – 665 с.

55. Губанов, И.А. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том 3. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные) / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Т-во науч. изд-й КМК, 2004. – 520 с.

56. Гусева, О.А. Основы ландшафтоведения: учеб. пособие / О.А. Гусева, В.А. Невзоров. – Ярославль: Изд-во ЯрГУ, 2005. – 160 с.
57. Давиденко, О.Н. Биоценотический потенциал растительности памятника природы "Участок степи у села Лопуховка" Саратовской области / О.Н. Давиденко, Л.А. Серова, С.А. Невский, Т.Н. Давиденко // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 12. – С. 94–97.
58. Давиденко, Т.Н. Особенности состава и жизненного состояния зеленых насаждений города Саратова / Т.Н. Давиденко, К.Ф. Маркова // Символ науки. – 2015. – № 9, Ч. 2. – С. 12–14.
59. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2009 году. – Саратов, 2010. – 280 с.
60. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2017 году. – Саратов, 2018. – 250 с.
61. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2016 год; под ред. С.Н. Бобылева, Л.М. Григорьева. – М.: Изд-во Аналит. центра при Правительстве РФ, 2016. – 298 с.
62. Документы территориального планирования [Электрон. ресурс] / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Саратовской области. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://www.minstroy.saratov.gov.ru/building/gradstroy/docs/>, свободный (дата обращения: 5.03.2020).
63. Древесные растения Главного Ботанического сада АН СССР. – М.: Наука, 1975. – 547 с.
64. Дроздов, А.В. Ландшафтное планирование с элементами инженерной биологии / А.В. Дроздов, Н.А. Алексеенко, А.Н. Антипов [и др.]. – М.: Т-во научн. изд. КМК, 2006. – 239 с.
65. Дубовицкая, О.Ю. Красивоцветущие деревья и кустарники для озеленения объектов малоэтажного строительства / О.Ю. Дубовицкая, Е.В. Золотарева // Вестн. ОрелГАУ. – 2010. – № 2. – С. 72–77.
66. Ерзин, И.В. Оценка состояния насаждений городских парков в связи с их реконструкцией: дис. ... к.б.н. / И.В. Ерзин. – М., 2011. – 189 с.
67. Ерохин, Г.П. Основы градостроительства: конспект лек. / Г.П. Ерохин. – Новосибирск: Изд-во НГАХА, 2009. – 102 с.
68. Ерусланов, Р.И. Исследования хвойных насаждений: теоретический опыт / Р.И. Ерусланов, О.Б. Сокольская // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2017: материалы VII Междунар. науч.-тех. конф. (Саратов, 30–31 мая 2017 г.). – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2017. – С. 57–64.
69. Ершов, В.А. Основные геоэкологические явления в урбоэкосистемах степного саратовского Правобережья / В.А. Ершов, М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сб. ст. IV Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, 26–27 октября 2017 г.). – Пенза, 2017. – С. 42–44.

70. Заигралова, Г.Н. Видовое разнообразие и состояние зеленых насаждений центральной части города Саратова / Г.Н. Заигралова, С.В. Кабанов // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер.: Хим. Биол. – 2016. – Т. 12. – № 3. – С. 337–349.
71. Заигралова, Г.Н. Интродукция и устойчивость североамериканских видов древесных растений в зеленых насаждениях Саратовской области: монография / Г.Н. Заигралова, С.В. Кабанов. – Саратов: Изд-во СГАУ, 2006. – 80 с.
72. Заигралова, Г.Н. Особенности адаптации североамериканских видов древесных растений в зеленых насаждениях населенных пунктов Саратовской области: дис. ... к.с.-х.н. / Г.Н. Заигралова. – Саратов, 2002. – 189 с.
73. Зайцев, Г.Н. Оптимум и норма в интродукции растений / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1983. – 269 с.
74. Золотухин, А.И. Содержание свободного пролина в хвое сосны ослабленных насаждений рекреационной зоны г. Балашова / А.И. Золотухин, П.А. Горина // Науч. обозр. – 2013. – № 3. – С. 25–29.
75. Золотухин, А.И. Экспансия древесных интродуцентов – новая экологическая проблема (Саратовская область) / А.И. Золотухин // Экология Центрально-Черноземной области Российской Федерации. – 2006. – № 1. – С. 148–149.
76. Ильясова, Н.И. Современный ландшафтный дизайн: учеб. пособие / Н.И. Ильясова, Э.А. Довлетярова. – М.: Изд-во РУДН, 2008. – 113 с.
77. Инфантов, А.А. Флора малых городов западной части Правобережья Саратовской области: автореф. ... к.б.н. / А.А. Инфантов. – Саратов, 2012. – 20 с.
78. Казнов, С.Д. Благоустройство жилых зон городских территорий: учеб. пособие для студ. / С.Д. Казнов, С.С. Казнов. – М.: АСВ, 2009. – 221 с.
79. Калаев, В.Н. Цитогенетические характеристики и морфологические показатели семенного потомства деревьев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), произрастающих на территориях с разным уровнем антропогенного загрязнения / В.Н. Калаев, А.А. Попова // Вестн. ВГУ. Сер.: Хим. Биол. Фармац. – 2014. – № 4. – С. 63–72.
80. Калининкова, М.В. Методические рекомендации по проведению семинарских занятий по дисциплине «Социальная экология»: учеб.-метод. пособие для сам. раб. бакалавров / М.В. Калининкова. – Саратов: Наука, 2015. – 71 с.
81. Калмыкова, А.Л. Оценка декоративности древесных кустарников, используемых в озеленении г. Саратова / А.Л. Калмыкова, Г.Н. Заигралова, О.В. Азарова [и др.] // Нов. технол. – 2018. – № 1. – С. 139–146.
82. Кальжанова, О.Ю. Ландшафтные условия и антропогенная нагрузка в местах расположения реплантоземов и культуроземов урбосистем юго-востока / О.Ю. Кальжанова, Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов [и др.] // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сб. ст. IV Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, 26–27 октября 2017 г.). – Пенза, 2017. – С. 48–57.

83. Кисленок, А.А. Экономика природопользования: учеб. пособие / А.А. Кисленок, И.А. Галанина. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2011 – 202 с.
84. Конганбаева, М.А. Капельное орошение в питомниках Мангышлака / М.А. Конганбаева, В.Б. Любимов // Вестн. сельхоз. науки Казахстана. – Алма-Ата: Изд-во МСХ Каз. ССР и Вост. отд. ВАСХНИЛ, 1982. – С. 53–54.
85. Коновалова, Т.Ю. Декоративные деревья и кустарники: атлас-определитель / Т.Ю. Коновалова, Н.А. Шевырева. – М.: Фитон+, 2010. – 208 с.
86. Кормилицын, А.М. Флорогенетические и экологические принципы подбора древесных интродуцентов / А.М. Кормилицын // Тр. Никит. бот. сада. – 1979. – Т. 77. – С. 25–33.
87. Коровин, С.Е. Переселение растений. Методические подходы к проведению работ / С.Е. Коровин, З.Е. Кузьмин, Н.В. Трулевич, А.Н. Швецов. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 76 с.
88. Коротаева, Е.А. Региональное управление и территориальное планирование: учеб. пособие / Е.А. Коротаева. – Ижевск: Изд-во Ин-та эконом. и управ. УдГУ, 2014. – 111 с.
89. Костюков, С.М. Биоэкологическое обоснование ассортимента кустарников для озеленения урболандшафтов Нижнего Поволжья: дис. ... к.с.-х.н. / С.М. Костюков. – Волгоград, 2012. – 171 с.
90. Косцова, Г.В. Изменение интегрального показателя стабильности развития растений в результате длительного техногенеза / Г.В. Косцова, М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов // Экология–2011: материалы док. IV науч. конф. (Архангельск, 6–11 июня 2011 г.). – Архангельск, 2011. – С. 95–97.
91. Котова, Н.П. Толерантность растений к гидротермическому режиму и его значение для оптимизации условий их культивирования: автореф. дис. ... к.б.н. / Н.П. Котова. – Брянск, 2011. – 24 с.
92. Краткое руководство для геоботанических исследований в связи с полезащитным лесоразведением и созданием устойчивой кормовой базы на юге европейской части СССР / отв. ред. академик В.Н. Сукачев, чл.-корр. АН СССР Е.М. Лавренко, проф. И.В. Ларин. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 192 с.
93. Крохмаль, И.И. Итоги интродукции декоративных видов коллекции низкорослых и почвопокровных травянистых многолетников в Донецком ботаническом саду НАН Украины / И.И. Крохмаль // Бюлл. Бот. сада-института ДВО РАН. – 2010. – № 7. – С. 135–151.
94. Кузнецов, Р.В. Эколого-физиологические аспекты устойчивости растений рода боярышник в городских насаждениях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... к.б.н. / Р.В. Кузнецов. – Тольятти, 2009. – 21 с.
95. Кулагин, А.Ю. Средостабилизирующая роль лесных насаждений в условиях Стерлитамакского промышленного центра / А.Ю. Кулагин, Р.Х. Гиниятуллин, Р.В. Уразгильдин. – Уфа: Гилем, 2010. – 108 с.

96. Кулагин, А.Ю. Эколого-биологические особенности ивовых в связи с техногенезом и оптимизацией нарушенных ландшафтов (на примере рода *Salix L.*): автореф. ... дис. д.б.н. / А.Ю. Кулагин. – Екатеринбург, 1994. – 37 с.
97. Куликова, О.В. Экологизация в сфере обращения с отходами производства и потребления как мера обеспечения экологической безопасности Саратовской области / О.В. Куликова, В.А. Попкова // Вестн. СГЮА. – 2016. – № 5. – С. 181–187.
98. Куленкамп, А.Ю. Озеленение городов (на примере мегаполиса Москва) / А.Ю. Куленкамп, В.П. Белобров, А.В. Логинова, Д.В. Белоброва // Вестн. ландшафт. архитект. – 2013. – № 1. – С. 37–44.
99. Куприянов, А.Н. Интродукция растений: учеб. пособие / А.Н. Куприянов. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2004. – 94 с.
100. Ландшафтное картографирование: учеб.-метод. пособие для студентов / В.З. Макаров, Н.В. Пичугина, В.А. Данилов, А.В. Федоров. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2013. – 100 с.
101. Ларионов, М.В. Влияние степени загрязнения окружающей среды на здоровье населения в Саратовской области / М.В. Ларионов, Н.В. Ларионов // Вестн. ОГУ. – 2009. – № 4. – С. 122–126.
102. 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.
103. Ларионов, М.В. Методы экологических исследований: учеб. пособие для вузов / М.В. Ларионов. – Саратов: Сарат. источ., 2015_б. – 124 с
104. Ларионов, М.В. Некоторые биохимические показатели древесных растений на экологически различных территориях Саратовской и Волгоградской областей / М.В. Ларионов, В.Б. Любимов, Е.А. Логачева [Электрон. ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25369>, свободный (дата обращения: 12.03.2020).
105. Ларионов, М.В. Обзор научной литературы по проблеме влияния экологических факторов на здоровье человека / М.В. Ларионов, В.Б. Любимов, Т.А. Перевозчикова // Фундаментал. исслед. – 2015. – № 2, Ч. 6. – С. 1204–1210.
106. Ларионов, М.В. Оценка экологического состояния и устойчивости древесных насаждений урбанизированных территорий: монография / М.В. Ларионов. – Брянск: РИО БГУ, 2012. – 182 с.
107. Ларионов, М.В. Результаты мониторинга элементов группы тяжелых металлов в почвенной среде урболандшафтов Саратовской области // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 17–18 октября 2014 г.). – Пенза: Изд-во ПГАУ, 2014. – С. 82–85.

108. Ларионов, М.В. Экологический мониторинг городской среды / М.В. Ларионов. – Саратов: Сарат. источн., 2015_в. – 104 с.
109. Ларионов, Н.В. Состояние газонных травостоев урбанизированных территорий на юго-востоке России / Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов, Т.Е. Сажнева // Междунар. журн. приклад. и фундаментал. исслед. – 2018. – № 8. – С. 85–89.
110. Ларионов, Н.В. Важнейшие направления системы экологической безопасности населенных пунктов (Саратовская область) / Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 25–26 октября 2016 г.). – Пенза: Изд-во ПГАУ, 2016_а. – С. 97–101.
111. Ларионов, Н.В. Исследование жилых зон малых городов на предмет нефтехимического загрязнения (на примере Саратовского региона) / Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов // Экологическая безопасность региона: сб. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф. естеств.-геогр. фак. (Брянск, 10–11 ноября 2016 г.). – Брянск, 2016_б. – С. 71–75.
112. Лебедева, Н.В. Экологические проблемы города Саратова и промышленных городов Саратовской области / Н.В. Лебедева, А.В. Пронченко, Н.М. Талаловская, С.Ю. Владимиров // Экология: синтез естественно-научного, технического и гуманитарного знания: материалы II Всерос. науч.-практ. форума. (Саратов, 6–11 октября 2011 г.). – Саратов: Изд-во СГТУ, 2011. – С. 186–188.
113. Лемеза, Н.А. Геоботаника: учеб. практика: учеб. пособие / Н.А. Лемеза, М.А. Джус. – Минск: Выш. шк., 2008. – 255 с.
114. Лесное хозяйство Саратовской области [Электрон. ресурс] / Министерство природных ресурсов Саратовской области. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://www.minforest.saratov.gov.ru/lesnoe-hozyaistvo/>, свободный (режим доступа: 5.03.2020).
115. Ломадзе, Р.Н. Интродукция представителей рода *Quercus* L. в Саратовскую область: автореф. ... к.б.н. / Р.Н. Ломадзе. – Брянск, 2009. – 22 с.
116. Любимов, В.Б. К вопросу о жароустойчивости растений / В.Б. Любимов, Н.П. Котова, Р.Н. Ломадзе // Вестн. ВолГУ. Сер. 3. Эконом. Экол. – 2009_а. – № 2. – С. 256–260.
117. 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.
118. Любимов, В.Б. Интродукция деревьев и кустарников в засушливые регионы / В.Б. Любимов, В.Г. Зиновьев. – Воронеж-Белгород: Изд-во БелГУ, 2002. – 224 с.
119. Любимов, В.Б. Высокая эффективность применения контейнерного метода выращивания посадочного материала древесных растений, вне зависимости от почвенно-климатических условий региона / В.Б. Любимов, М.В. Ларионов, И.В. Мельников // Фундаментал. исслед. – 2015. – № 2, Ч. 22. – С. 4909–4913.

120. Любимов, В.Б. Экологические основы теории и практики интродукции деревьев и кустарников в аридные регионы: дис. ... д.б.н. / В.Б. Любимов. – Воронеж, 2002. – 497 с.
121. Любимов, В.Б. Перспективы контейнерного метода выращивания посадочного материала в аридных районах Казахстана / В.Б. Любимов, Т.Ф. Гурина // Восстановл. техноген. ландшафтов. – Караганда: Изд-во КарГУ, 1984. – С. 26–27.
122. Любимов, В.Б. Проблемы создания насаждений различного целевого назначения и пути их решения / В.Б. Любимов, И.В. Мельников, Р.Н. Ломадзе // Вестн. ВолГУ. Сер. 3. Эконом. Экол. – 2009г. – С. 256–260.
123. Любимов, В.Б. Экологический метод интродукции древесных растений и его эффективность / В.Б. Любимов // Науч. обзор. – 2012. – № 5. – С. 84–89.
124. Маевский, П.Ф. Флора средней полосы европейской части России / П.Ф. Маевский. – М.: Тов-во науч. изд-й КМК, 2014. – 635 с.
125. Макаров, В.З. Ландшафтно-экологический анализ крупного промышленного города / В.З. Макаров. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2001. – 172 с.
126. Макаров, В.З. Почвы Саратова: география и предложения по организации мониторинга / В.З. Макаров // Аграр. науч. вестн. – 2015. – № 4. – С. 20–25.
127. Малеев, В.П. Теоретические основы акклиматизации растений / В.П. Малеев. – Л., 1933. – 160 с.
128. Манханов, А.Д. Интродукция многолетних травянистых растений в озеленении урботерриторий в условиях Западного Забайкалья: дис. ... к.с.-х.н. / А.Д. Манханов. – Улан-Удэ, 2015. – 113 с.
129. Мартынов, Л.Г. Результаты интродукции древесных растений европейского происхождения в ботаническом саду Института биологии Коми научного центра / Л.Г. Мартынов // Изв. Коми НЦ УрО РАН. – 2014. – № 3. – С. 58–64.
130. Массеров, Д.А. Роль экологической безопасности в устойчивом развитии России / Д.А. Массеров, А.В. Кирюшин, М.В. Кустов // Вестн. ЗабГУ. – 2016. – Т. 22. – № 7. – С. 124–131.
131. Масляков, В.В. Качество атмосферного воздуха и заболеваемость населения города Саратова / В.В. Масляков, В.Л. Рейнюк, А.В. Савченко // Изв. высш. учеб. завед. Поволж. регион. Мед. науки. – 2015. – № 4 (36). – С. 96–105.
132. Матовникова, Н.Г. Биогеографические основы озеленения рекреационных территорий Волгоградской агломерации: автореф. ... к.г.н. / Н.Г. Матовникова. – Волгоград, 2007. – 25 с.
133. Мацков, Ф.Ф. К вопросу о физиологической характеристике сортов яровой пшеницы (новый метод для массового испытания сортов по жаростойкости) / Ф.Ф. Мацков // Сов. бот. – 1936. – № 1. – С. 98–105.
134. Мельников, И.В. Оценка древесно-кустарниковой флоры и ее роль в оптимизации городской среды: на примере г. Брянска: дис. ... к.б.н. / И.В. Мельников. – Брянск, 2009. – 214 с.

135. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М.: Наука, 1975. – 27 с.
136. Методическое руководство и технические условия по реконструкции зеленых насаждений [Электрон. ресурс]. – М., 2001. – 71 с. // Биб-ка ГОСТов, стандартов и нормативов. – Эл. дан. – режим доступа: http://www.infosait.ru/norma_doc/50/50877/, свободный (дата обращения: 5.06.2020).
137. Минина, Н.Н. Декоративные дикорастущие растения флоры Республики Башкортостан: дис. ... к.б.н. / Н.Н. Минина. – Уфа, 2000. – 236 с.
138. Мирзоев, М.Ф. Саратовская область сегодня и завтра: проблема развития экономики региона / М.Ф. Мирзоев // Актуальные проблемы современного менеджмента: сб. науч. тр. (Саратов, 15–18 ноября 2016 г.). – Саратов: Изд-во Поволж. ин-та управл. РАНХиГС, 2017. – С. 159–162.
139. Михайлов, О.В. Перспективность интродукции и широкого введения представителей семейства Rosaceae Juss. в культурную дендрофлору Саратовской области: дис. ... к.б.н. / О.В. Михайлов. – Балашов, 2005. – 194 с.
140. 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. – Вып. 2. – С. 166–175.
141. Морякина, В.А. Интродукция декоративных видов растений из различных флористических областей земного шара в лесной зоне Западной Сибири / В.А. Морякина, Т.Н. Беляева, А.Л. Баранова, А.С. Прокопьев // Вестн. ТГУ. – 2008. – № 310. – С. 184–187.
142. Назаров, А.Р. Интродукция декоративных растений в северном Таджикистане / А.Р. Назаров // Изв. Акад. наук Республики Таджикистан. Отд. биол. и мед. наук. – 2012. – № 4. – С. 12–18.
143. Невский, С.А. Антропогенная динамика экосистем нагорных лесов саратовского Правобережья на примере лесов Ширококарамышского лесхоза / С.А. Невский // Бюл. Бот. сада СГУ. – 2003. – № 2. – С. 46–53.
144. Немерюк, Е.Е. Основы экономики и экономической географии Саратовской области Е.Е. Немерюк. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2003. – 19 с.
145. Николаевская, И.А. Благоустройство территорий: учеб. пособие / И.А. Николаевская. – М.: Академия, 2011. – 272 с.
146. Никулина, Е.М. Формирование экологического каркаса города при ландшафтно-географическом подходе (на примере города Астрахани): автореф. дис. ... к.г.н. / Е.М. Никулина. – Астрахань, 2010. – 24 с.
147. Новосельцев, В.Д. Справочник лесничего / В.Д. Новосельцев, С.Г. Синицын, Г.М. Киселев [и др.]. – М.: Леспром, 1980. – 399 с.

148. Окольников, Г.Э. Проблемы компенсационного озеленения при точечной застройке в Москве / Г.Э. Окольников, М.С. Щёголев // Систем. технол. – 2016. – № 1. – С. 17–23.

149. Основные положения стратегии устойчивого развития России / Под ред. А.М. Шелехова. – М., 2002. – 161 с.

150. Об утверждении государственной программы Саратовской области «Охрана окружающей среды, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов Саратовской области на период до 2020 года»: Постановление Правительства Саратовской области от 20.11.2013 г. № 636-П (ред. от 12.07.2017 г.) [Электрон. ресурс] // КонсультантПлюс, 2017. – Эл. дан. – Режим доступа: http://saratov.gov.ru/gov/auth/minres/dop-razdely/gosprogramma/Gos_programma_20.11.2013-636-p_ot_12.07.2017-350-p.pdf, свободный (дата обращения: 15.08.2020).

151. Об утверждении Стратегии озеленения населенных пунктов Саратовской области (с изм. на 26.12.2017 г.): Постановление Правительства Саратовской области от 13.06.2017 г. № 303-П [Электрон. ресурс] // Эл. фонд прав. и норматив.-тех. документации, 2017. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/467713977>, свободный (дата обращения: 15.08.2020).

152. Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Саратовской области до 2030 года (с изм. на 29.12.2017 г.): Постановление Правительства Саратовской области от 30.06.2016 г. № 321-П [Электрон. ресурс] // Эл. фон правовой и нормативно-технической информации, 2017. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/467710021>, свободный (дата обращения: 15.08.2020).

153. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования. – М.: Колос, 1973. – 96 с.

154. Озеленение и декоративное оформление жилой стройки / авт.-сост. Л.Г. Полозун, М.Л. Мысак. – М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2005. – 159 с.

155. Ошмарина, М.А. Исследование экологического каркаса гусельской и соколовогорской урболандшафтных местностей г. Саратова (на примере анализа зеленых насаждений) / М.А. Ошмарина // Всемирный день охраны окружающей среды (экологические чтения – 2015): материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Омск, 5 июня 2015 г.). – Омск: Изд-во Омск. эконом. ин-та, 2015. – С. 76–81.

156. Петерс, Е.В. Градостроительство и планирование населенных мест: текст лекций / Е.В. Петерс. – Кемерово: Изд-во КузГТУ, 2005. – 163 с.

157. Пидкович, Д.А. Содержание тяжелых металлов в листьях древесных насаждений города Саратова / Д.А. Пидкович, Е.С. Ефимова, Н.А. Шилова // Техногенные систем и экологический риск: тезисы докл. XIII регион. Науч. конф. (Обнинск, 21–22 апреля 2016 г.). – Обнинск: Обнин. ин-та атом. энергетики МИФИ, 2016. – С. 98–100.

158. 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.
159. Проект внесения изменений в схему территориального планирования Саратовской области [Электрон. ресурс] / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Саратовской области, 2018. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://www.minstroy.saratov.gov.ru/building/gradstroy/proekt-vneseniya-izmeneniy-v-sekhmu-territorialnogo-planirovaniya/index.php>, свободный (дата обращения: 15.08.2020).
160. Проскуряков, М.А. Опыт и перспективы прогнозирования результатов интродукции древесных растений в Казахстане / М.А. Проскуряков, В.Г. Рубаник // Бюл. ГБС. – 1986. – Вып. 139. – С. 55–58.
161. Пряхина, С.И. Аномально холодные и аномально теплые зимы г. Саратова / С.И. Пряхина, А.А. Котова, Б.А. Кайров // Изв. Саратов. ун-та. Сер. Науки о Земле. – 2017. – Т. 17, Вып. 3. – С. 151–153.
162. Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю.Г. Пузаченко. – М.: Академия, 2004. – 416 с.
163. Региональное управление и территориальное планирование: учебник и практикум для акад. бакалавриата / Ю.Н. Шедько, Р.Г. Погребняк, Е.С. Пожидаева [и др.]; под ред. Ю.Н. Шедько. – М.: Юрайт, 2015. – 503 с.
164. Решетников, М.В. Концентрация подвижных форм тяжелых металлов в почвах города Красный Кут (Саратовская область) / М.В. Решетников, В.В. Кузнецов, А.С. Шешнев, Р.М. Мамедов // Экол. урб. тер. – 2016. – № 2. – С. 70–75.
165. Розенберг, Г.С. Мифы и реальность «устойчивого развития» / Г.С. Розенберг, С.А. Черникова, Г.П. Краснощеков, Ю.М. Крылов, Д.Б. Гелашвили // Пробл. прогнозир. – 2000. – № 2. – С. 130–154.
166. Розно, С.А. Эколого-биологический анализ итогов интродукции древесных растений в лесостепи Среднего Поволжья: дис. ... к.б.н. / С.А. Розно. – Самара, 2005. – 234 с.
167. Русанов, Ф.Н. Метод родовых комплексов в интродукции растений и его дальнейшее развитие / Ф.Н. Русанов // Бюл. ГБС АН СССР. – 1971. – № 81. – С. 15–20.
168. Рябчиков, А.М. Гидротермические условия и продуктивность фитомассы в основных ландшафтных зонах / А.М. Рябчиков // Вестн. МГУ. Сер. Геогр. – 1986. – Вып. 5. – С. 41–48.
169. Саодатова, Р.З. Опыт интродукции охраняемых растений Московской области на экспозиции флоры Восточной Европы ГБС РАН / Р.З. Саодатова, А.А. Ершова // Вестн. СВФУ. – № 5. – 2016. – С. 53–66.

170. Самойлова, Е.Н. Состояние зеленых насаждений г. Балашова / Е.Н. Самойлова, М.В. Ларионов // Наука и современность: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Уфа, 4 апреля 2015 г.), ч. 2. – Уфа, 2015. – С. 26–30.
171. Самсонова, А.М. Системы ведения лесного хозяйства в дубравах и цели освоения защитных лесов / А.М. Самсонова, С.В. Кабанов, Е.В. Самсонов, М.В. Ларионов // Успехи совр. естеств. – 2017. – № 12. – С. 79–83.
172. Саратовский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электрон. ресурс. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://www.meteorf.ru/about/structure/cgms/3088/>, свободный (дата обращения: 5.08.2020).]
173. Саратовской области – 80 лет: история, опыт развития, перспективы роста: сб. науч. тр. по итогам Междунар. науч.-практ. конф. (Саратов, 11 апреля 2016 г.). – Саратов: Изд-во ССЭИ РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2016, ч. 3. – 172 с.
174. Скоморохина, Е.В. Стратегия (концепция) устойчивого развития: перспективы реализации в мире и России / Е.В. Скоморохина // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Право. – 2015. – № 4. – С. 13–18.
175. Семенютина, А.В. Лесомелиорация и обогащение дендрофлоры аридных регионов России: дис. ... д.с.х.-н. / А.В. Семенютина. – Волгоград, 2005. – 440 с.
176. Скворцов, А.К. Интродукция растений природной флоры СССР: справочник / А.К. Скворцов, Н.В. Трулевич, З.Р. Алферова и [др.]. – М.: Наука, 1979. – 431 с.
177. Сокольская, О.Б. Закономерная взаимосвязь зеленых насаждений с распространением различных ландшафтов в Саратове / О.Б. Сокольская, И.Е. Иванова // Усп. совр. естествозн. – 2016. – № 2. – С. 115–119.
178. Соловьева, О.В. Анализ видового состава дендрофлоры озелененных территорий общего пользования центральной части г. Саратова / О.В. Соловьева, И.А. Мнекина, А.В. Терешкин // Науч. мысль. – 2016. – № 7, Ч. 1. – С. 111–116.
179. Соловьева, О.В. Оценка и перспективы расширения ассортимента древесных пород в зеленых насаждениях г. Саратова / О.В. Соловьева, А.В. Терешкин // Актуальные проблемы и достижения в сельскохозяйственных науках: материалы науч.-практ. конф. (Самара, 7 апреля 2015 г.). – Самара: Изд-во ИЦРОН, 2015. – С. 54–57.
180. Сорокопудова, О.А. Эколого-адаптационные закономерности интродукции видов и сортов рода *Lilium* L.: дис. ... д.б.н. / О.А. Сорокопудова. – Белгород, 2005. – 310 с.
181. Сперанская, Н.Ю. Состав и жизненное состояние древесных насаждений г. Барнаула: автореф. ... к.б.н. / Н.Ю. Сперанская. – Барнаул, 2007. – 16 с.

182. Степанов, М.В. Влияние рекреации на трансформацию некоторых лесных сообществ лесопарка «Кумысная поляна» / М.В. Степанов // Самар. Лука: пробл. регион. и глоб. экол. – 2009. – Т. 18. – № 2 – С. 70–77.
183. Степанов, М.В. Рекреационная трансформация пригородных лесов Саратова: дис. ... к.б.н. / М.В. Степанов. – Саратов, 2002. – 237 с.
184. Степанюк, Г.Я. Интродукция и размножение редких тропических растений в СибБС ТГУ // Ботанические сады как центры сохранения разнообразия и рационального использования растительных ресурсов. – М., 2005. – С. 479–480.
185. Сыромятникова, О.П. Оценка эколого-экономического развития региона / О.П. Сыромятникова, Т.В. Задорова // Регион. эконом.: теор. и пр. – 2016. – № 8. – С. 176–186.
186. Тарабрин, В.П. Жароустойчивость древесных растений и методы ее определения в полевых условиях / В.П. Тарабрин // Бюл. ГБС. – 1969. – Вып. 74. – С. 53–56.
187. Тахтаджян, А.Л. Флористические области земли / А.Л. Тахтаджян. – Л.: Наука, 1978. – 248 с.
188. Терешкин, А.В. Анализ породного состава кустарников на объектах общего и ограниченного пользования центральной части г. Саратова / А.В. Терешкин, О.В. Азарова, А.Л. Калмыкова [и др.] // Науч. жизнь. – 2017. – № 8. – С. 83–91.
189. Терешкин, А.В. Состояние и перспективы использования хвойных древесных растений в озеленении г. Саратова / А.В. Терешкин, Г.Н. Заигралова, Н.С. Кицаева, О.В. Соловьева // Вестн. СГАУ им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 6. – С. 50–53.
190. Теодоронский, В.С. Озеленение населенных мест. Градостроительные основы: учеб. пособие для студ. учрежд. высш. проф. образ. / В.С. Теодоронский, Г.П. Жеребцова. – М.: Академия, 2010. – 256 с.
191. Тимофеев-Ресовский, Н.В. Избранные труды: Генетика. Эволюция. Биосфера / Н.В. Тимофеев-Ресовский; под. ред. О.Г. Газенко, В.И. Иванова. – М.: Медицина, 1996. – 478 с.
192. Тимофеев-Ресовский, Н.В. Краткий очерк теории эволюции / Н.В. Тимофеев-Ресовский, Н.Н. Воронцов, А.В. Яблоков. – М.: Наука, 1977. – 297 с.
193. Третьякова, Т.А. Анализ современного ландшафтно-экологического и планировочного состояния исторического бульвара в городской среде / Т.А. Третьякова, О.Б. Сокольская // Усп. совр. естеств. – 2016. – № 4. – С. 111–115.
194. Трулевич, Н.В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений природной флоры СССР: дис. ... д.б.н. / Н.В. Трулевич. – М., 1983. – 350 с.
195. Тугова, Т.А. Озеленение городских территорий: учеб.-метод. пособие / Т.А. Тугова. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2014. – 47 с.
196. Уффелен, К.В. Коллекция: ландшафтная архитектура / К.В. Уффелен; пер. с англ. – М.: Магма, 2010. – 456 с.

197. Ухваткина, О.Н. Древесные растения в озеленении городов юга Дальнего Востока (биологические особенности, перспективность интродукции) / О.Н. Ухваткина: дис. ... к.б.н. – Владивосток, 2008. – 228 с.
198. Учебно-краеведческий атлас Саратовской области / В.В. Аникин, Е.В. Акифьева, А.Н. Афанасьева [и др.]; отв. ред. В.З. Макаров. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2013. – 144 с.
199. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М.: ВЛАДОС, 2003. – 287 с.
200. Хайрова, Л.Н. Деревья и кустарники для озеленения объектов ландшафтной архитектуры: учеб. пособие / Л.Н. Хайрова, О.Ю. Дубовицкая, Е.В. Золотарева. – СПб.: Проспект Науки, 2015. – 224 с.
201. Хорошев, А.В. Географическая концепция ландшафтного планирования / А.В. Хорошев // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2012. – № 4. – С. 103–112.
202. Хуснидинов, Ш.К. Интродукция новых и малораспространенных видов растений как основа устойчивого развития агрофито- и биогеоценозов Предбайкалья: дис. ... д.с.-х.н. / Ш.К. Хуснидинов. – Иркутск, 2001. – 439 с.
203. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
204. Шилова, И.В. Инна Борисовна Миловидова – директор ботанического сада Саратовского государственного университета / И.В. Шилова, Л.П. Худякова // Бюл. Бот. сада СГУ. – 2010. – № 9. – С. 3–10.
205. Шабетя, О.Н. Интродукция исходного материала, как путь расширения генетического разнообразия для использования в селекции / О.Н. Шабетя // Науч. обзор. Биол. науки. – 2016. – № 2. – С. 117–122.
206. Шорохова, И.А. Экологические проблемы поверхностных гидрообъектов на западе Саратовской области / И.А. Шорохова, Н.В. Ларионов, М.В. Ларионов // Совр. экол.: образ., наука, пр.: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Воронеж, 4–6 октября 2017 г.), т. 1. – Воронеж, 2017. – С. 513–515.
207. Щербаков, А.В. Инвентаризация флоры и основы гербарного дела: Метод. рек. / А.В. Щербаков, С.Р. Майоров. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2006. – 50 с.
208. Эргашева, Г.Н. Древодидные лианы в условиях сухих субтропиков Таджикистана: интродукция, биология, экология и использование: дис. ... д.б.н. / Г.Н. Эргашева. – Уфа, 2013. – 268 с.
209. Якубов, Х.Г. Городское озеленение как фактор устойчивости урбосистемы (на примере Москвы) / Х.Г. Якубов // Экол. урб. тер. – 2016. – № 3. – С. 66–69.
210. Яценко, И.О. Инвазионная активность древесных растений в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина Российской академии наук / И.О. Яценко, Ю.К. Виноградова // Журн. биол. инвазий. – 2018. – № 4. – С. 117–131.

211. Яшков, И.А. Опыт эколого-геохимического анализа антропогенных отложений в крупной овражной долине на урбанизированной территории (на примере Саратова) / И.А. Яшков, А.В. Иванов, Т.Н. Виноградова // Экологические проблемы промышленных городов: сб. науч. тр. по материалам 6-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Саратов, 10–12 апреля 2013 г.), ч. 1. – Саратов: Изд-во СГТУ, 2013. – С. 319–323.
212. Belyuchenko, I.S. Ecological aspects of practical plant introduction in the botanic garden of Kuban agrarian university (Russia) / I.S. Belyuchenko, A.Yu. Gorchakova // *Bothalia journal*. – 2014. – V. 44. – № 10. – P. 15–25.
213. Benett, J. A composition of selective methods and test of the preadaptation hypothesis / J. Benett // *Hereditas*. – 1960. – V.15. – No. 1.
214. Bonnier, G. Nouvelles observations sur les cultures experimentales à diverses altitudes / G. Bonnier // *Revue Générale de Botanique*. – 1920. – V. 32. – P. 305–326.
215. Clancy, Jd. *Kyoto Gardens: Masterworks of the Japanese Gardener's Art* EPUB / Jd. Clancy. – Rutland, Tokyo: Tuttle Publishing, 2015. – 144 p.
216. Chen, W.Y. Economic development and natural amenity: an econometric analysis of urban green spaces in China / W.Y. Chen, D.T. Wang // *Urban forestry & urban greening*. – 2013. – V. 12, No. 4. – P. 435–442.
217. Coombes, A.J. *Trees* / A.J. Coombes. – London: Dorling Kindersley handbooks, 2000. – 320 p.
218. Cottenie, A. Plant quality response to uptake of polluting elements / A. Cottenie, A. Dhaese, R. Camerlynck // *Qual. plant.* – 1976. – V. 26, No. 1/3. – P. 293–319.
219. Dawson, W. Assessing the risks of plant invasions arising from collections in tropical botanical gardens / W. Dawson, A.S. Mndolwa, D. Burslem, P.E. Hulme // *Biodivers. Conserv.* – 2008. – V. 17. – P. 1979–1995.
220. Davoine, G. Quel futur pour le Grand Paris? Environnement-espaces verts/nature. Une relation renouvelée et apaisée entre ville et nature / G. Davoine, N. Moutarde, Y. Nodin // *Moniteur de travaux publics et du bâtiment*. – 2009. – No. 5501 (2 mai). – P. 42–43.
221. Deaton, A. The Financial Crisis and the Well-being of Americans / A. Deaton // *Oxford Economic Papers*. – 2012. – V. 64, No. 1. – P. 1–26.
222. Dee, C. *Form and Fabric in Landscape Architecture* PDF / C. Dee. – London, New York: Taylor & Francis, 2001. – 223 p.
223. Eger, R.J. A statistical meta-analysis of the well-being literature / R.J. Eger, J.H. Maridal // *International Journal of Wellbeing*. – 2015. – V. 5, No. 2. – P. 45–74.
224. Field, B.C. *Environmental Economics: an introduction* / B.C. Field. – Singapore: McGraw-Hill, 1997. – 490 p.
225. Good, D.O. A theory of plant geography / D.O. Good // *The new phytologist*. – 1931. – V. 30, No. 3. – P. 99–108.

226. Grimshaw, J. *New trees: recent introductions to cultivation* / J. Grimshaw, R. Bayton // The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew and The International Dendrology Society, 2009. – 976 p.
227. Harlan, J.R. *Crops and man*. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America / J.R. Harlan. – Madison, 1975. – 295 p.
228. *Indicators of Sustainable Development, Framework and Methodologies*. – New York, 1996.
229. Jaffal, I. *A comprehensive study of the impact of green roofs on building energy* / I. Jaffal, S. Ouldboukhite, R. Belarbi // *Renewable Energy*. – 2012. – V. 43. – P. 157–164.
230. Kannstein, H. *Die Parkanlagen Georg Kuphalds in Riga. Ein Beispiel historischer Freiflchengestaltung* / H. Kannstein. – Berlin, 1998. – 155 s.
231. Krussmann, G. *Handbuch der Nadelgehölze* / G. Krussmann. – Berlin & Hamburg: Parey, 1983. – 396 p.
232. Laforteza, R. *Green Infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions* / R. Laforteza, C. Davies, G. Sanesi, C.C. Konijnendijk // *iForest*. – 2013. – V. 6. – P. 102–108.
233. Larionov, M.V. *The composition and characteristics of the dendroflora in the transformed conditions of the Middle Reaches of the River Khoper* / M.V. Larionov, N.V. Larionov, I.S. Siraeva, A.S. Ermolenko // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* – 2018. – V. 115. – P. 1–7.
234. Lubimov, V.B. *Prospects Of Employing The Ecological Method Of Plant Introduction While Establishing The Man-Made Ecosystems Of Different Designated Use* / V.B. Lubimov, M.V. Larionov [et al.] // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2016. – V. 7, No. 4. – P. 1481–1486.
235. Martynov, L.G. *Introduction of Far Eastern Woody Plants to the Middle-Taiga Subzone of the Komi Republic* / L.G. Martynov // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2011. – V. 4, No. 3. – P. 260–265.
236. Masset, C. *Secret Gardens* / C. Masset. – London: National Trust, 2017. – 232 p.
237. Booth N.K. *Residential Landscape Architecture: Design Process for the Private Residence* / N.K. Booth, J.E. Hiss. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 2011. – 576 p.
238. Pauleit, S. *Multifunctional Green Infrastructure Planning to Promote Ecological Services in the City* / S. Pauleit [et al.] // *Urban Ecology. Patterns, Processes, and Applications*. – Oxford: Oxford University Press, 2011. – P. 272–285.
239. Philips, A. *Designing Urban Agriculture: A Complete Guide to the Planning, Design, Construction, Maintenance and Management of Edible Landscapes* / A. Philips. – New York: Wiley, 2013. – 288 p.
240. Puri, G.S. *The ecological technique of the introduction of exotic trees in India* / G.S. Puri // *J. Indian Bot. Soc.* – 1954. – V. 33, No. 1/2. – P. 8–18.

241. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. – New York: Oxford University Press, 1987. – Эл. дан. – Режим доступа: <http://www.un-documents.net/our-common-future>, свободный (дата обращения: 19.07.2020).
242. Roberts, W. Regulating invasive plants and uses of weed risk assessments / W. Roberts, O. Harrod, B. Mitterdorfer, P. Pheloung // *Current Opinion in Environmental Sustainability*. – 2011. – V. 3. – P. 60–65.
243. Rocca, A. *Natural Architecture* / A. Rocca. – Princeton: Princeton Architectural Press, 2007. – 216 p.
244. Siebert, H. *Economics of the environment. Theory and policy* / H. Siebert. – Berlin: Springer, 2005. – 325 p.
245. Zolotukhin, A.I. State, ecological-coenotic characteristics, and prospects of the silver birch (*Betula pendula* Roth, Betulaceae, Dicotyledones) forest cultures in steppe afforestation / A.I. Zolotukhin, M.A. Zanina // *Biology Bulletin*. – 2015. – V. 42, No. 10. – P. 937–941.
246. Talberth, Jn. *The Genuine Progress Indicator. A Tool for Sustainable Development* / Jn. Talberth, C. Cobb, No. Slattery. – Oakland: CA, 2006 – 31 p.
247. Turner, K. Plant communities of selected urbanized areas of Halifax, Nova Scotia, Canada / K. Turner, L. Lefler, B. Freedman // *Landscape and Urban Planning*. – 2005. – V. 71, Issue 2–4. – P. 191–206.
248. Tretyakova, E.A. Evolution of research and evaluation methodology of sustainable development of social and economic systems / E.A. Tretyakova // *World Applied Sciences Journal*. – 2013. – V. 25, No. 5. – P. 756–759.
249. Trulevich, N.V. The ecological and phytocenotical basis for using native flora species for landscape gardening in fowns / N.V. Trulevich // *Urban Ecol. Stud. Cent. And East. Eur. Wroclaw*. – 1986. – S. 55–61.
250. *Urban Park Landscapes*. – Hong Kong: Design Media Publishing Limited, 2011. – 140 p.
251. Van Gelderen, C.J. *Maples for Garten* / C.J. Van Gelderen, D.M. Van Gelderen. – Portland: Timber Press, 2000. – 294 p.
252. Weilacher, U. *Syntax of Landscape* / U. Weilacher. – Basel, Boston, Berlin: Birkhauser Boston, 2007. – 199 p.
253. Xu, X. Green space changes and planning in the capital region of China / X. Xu, X. Duan, H. Sun [et al.] // *Environmental management*. – 2011. – V. 47, No. 3. – P. 456–467.
254. Yang, X.E. Molecular mechanisms of heavy metal hyperaccumulation and phytoremediation / X.E. Yang, Y. Feng, Z. He, P.J. Stoffella // *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. – 2005. – V. 18. – № 4. – P. 339–353.

Расположение и физико-географические условия пунктов
маршрутных исследований и наблюдений



Рисунок 1.1 – Географическое расположение пунктов маршрутных биоэкологических исследований [Доклад о состоянии..., 2018]:
прямоугольниками указаны места маршрутных учетов



Рисунок 1.2 – Карта физико-географического районирования Саратовского региона [Ландшафтное картографирование..., 2013]

Таблица 1.1 – Средневзвешенные значения метеопоказателей Саратовской области, 51°30'0" с.ш., 47°0'0" в.д., 1989–2019 гг. [Саратовский центр по гидрометеорологии ..., 2020]

Показатели/ месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ср. мес. t ⁰ C воздуха t ⁰ C	-8.3	-8.7	-3.2	8.11	16.3	21.3	23.5	21.5	15.2	7.2	-2	-7
Min t ⁰ C воздуха	-12.2	-13.0	-7.0	3.43	10.7	15.9	18.4	16.7	10.9	4.1	-4	-11
Max t ⁰ C воздуха	-4.8	-4.7	0.5	12.3	20.7	28.6	29.0	38.0	18.8	10.3	0.8	-4
Ср. мес. кол-во осад. (мм)	6,8	6,4	7,4	11,4	15,7	22,4	25,0	23,1	17,6	13,3	9,4	7,2
Ср. мес. атм. дав. (кПа)	100	100	100	100	100	99.6	99.6	99.8	100	100	99	100
Ср. мес. ск. ветра (м/с)	5.4	5.6	5.4	5.17	4.9	4.63	4.33	4.51	4.83	5.16	5.1	5.28
Ср. t ⁰ C поверх. земли	-9.5	-9.8	-4.0	8.76	18.1	23.3	25.6	23.4	16.2	7.22	-2	-8.5
Min t ⁰ C поверх. земли	-14	-15	-9.1	1.70	9.0	14.3	17.0	15.3	9.48	2.72	-5	-12.9
Max t ⁰ C поверх. земли	-5.1	-4.5	1.2	16.8	27.4	32.3	34.0	38.4	24.1	12.6	1.1	-4.3
Амплитуда	4.6	5.36	5.1	7.6	9.22	8.99	8.95	8.57	7.33	4.97	3.2	4.29
Относит. влажность (%)	83.8	82.7	79.6	59.6	44.1	45.3	45.1	45.9	52.9	67.9	79	82.2

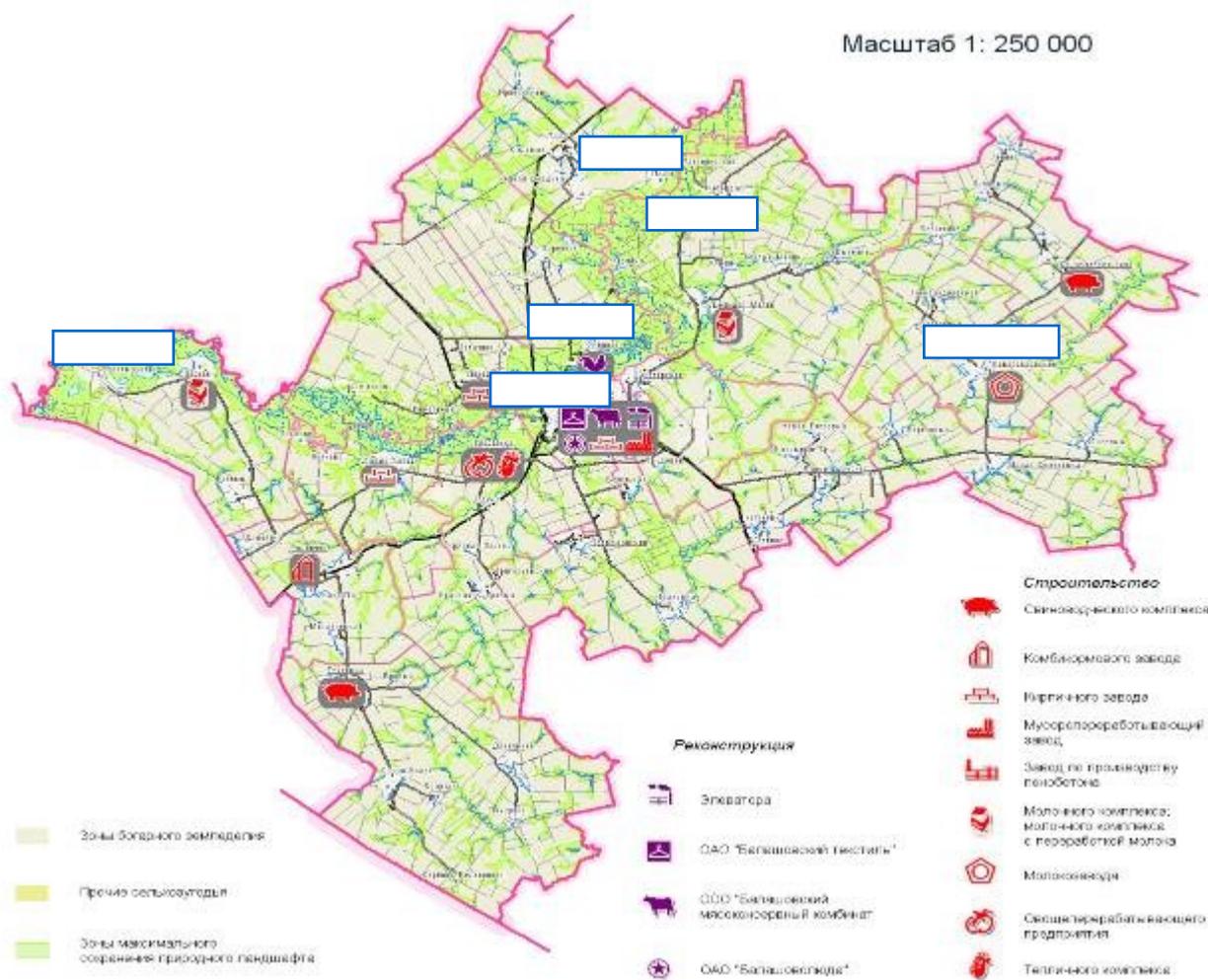


Рисунок 1.3 – Пункты маршрутных и стационарных биоэкологических исследований г. Балашова и Балашовского района [Документы территориального планирования..., 2020])

Приборы для анализов



Рисунок 2.1 – Приборы и оборудование для проведения экспериментов по определению толерантности растений к дефициту влаги и высоким летним температурам (Балашов, 2010)

**Результаты инвентаризации видового состава
древесных растений в Саратовской области**

Таблица 3.1 – Видовой состав древесных растений в экосистемах
муниципальных районов Саратовского региона (2010–2019 гг.)

Виды, гибриды, формы, сорта	Самой- ловка	Бала- шов	Пады	Арка- дак	Мали- новка	Кали- нинск	Ат- карск	Крас- ный Кут	Рома- новка
<i>Acer campestre</i> L.**		+	+		+		+		
<i>A. ginnala</i> Maxim.**		+		+			+		
<i>A. negundo</i> L.*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. platanoides</i> L.*	+	+	+	+	+				+
<i>A. pseudoplatanus</i> L.***		+							
<i>A. tataricum</i> L.**		+				+	+	+	
<i>A. saccharinum</i> L.**		+				+	+	+	
<i>Cotinus coggygria</i> Scop.**		+				+	+		
<i>Rhus typhina</i> L.***		+							
<i>Berberis thunbergii</i> DC.**		+							
<i>B. vulgaris</i> L.*		+				+	+		
<i>B. vulgaris</i> f. <i>atropurpurea</i> *		+							
<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursch.) Nutt.*		+							
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.**		+							
<i>Betula alnoides</i> Buch.- Ham.***		+	+						
<i>B. costata</i> Trautv.***		+	+	+		+	+		
<i>B. delavayi</i> Franch.***		+							
<i>B. ermani</i> Cham.***		+							
<i>B. lenta</i> L.***		+							
<i>B. lutea</i> Michx.***		+			+				
<i>B. manshurica</i> (Regel) Nakai***		+							
<i>B. oycoviensis</i> Besser***		+							
<i>B. papyrifera</i> Marsh.***		+							
<i>B. platyphylla</i> Sukacz.***		+	+			+	+	+	
<i>B. turkestanica</i> Litv.***		+							
<i>B. alba</i> L.**	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B. raddeana</i> Trautv.**		+							
<i>B. pendula</i> Roth**	+	+	+					+	
<i>Carpinus betulus</i> L.**		+		+					
<i>Corylus avellana</i> L.**		+				+	+		
<i>C. heterophylla</i> Fisch. ex Trautv.**		+							

<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.***		+							
<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.***		+							
<i>C. bungei</i> C. A. Meu.***		+							
<i>Frangula alnus</i> Mill.**		+	+						
<i>Lonicera caerulea</i> L.**		+							
<i>L. caprifolium</i> L.*		+							
<i>L. tatarica</i> L.*		+						+	
<i>L. xylosteum</i> L.**		+				+	+		
<i>Sambucus nigra</i> L.**		+			+		+	+	
<i>S. racemosa</i> L.*		+							
<i>S. racemosa</i> f. <i>Laciniata</i> *		+							
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) S.F.Blake*		+							
<i>Viburnum</i> <i>burejaeticum</i> Regel et Herd*		+	+	+					
<i>V. lantana</i> L.*		+	+						
<i>V. opulus</i> L.*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>V. opulus</i> f. <i>roseum</i> L.**		+							
<i>V. sargentii</i> Koehne**		+							
<i>Weigela floribunda</i> C. Koch.***		+							
<i>Euonymus europaeus</i> L.**		+							
<i>E. maackii</i> Rupr.**		+							
<i>E. verrucosus</i> Scop.**		+							
<i>Hippophae</i> <i>rhamnoides</i> L.*	+	+	+		+			+	+
<i>Cornus alba</i> L.*		+						+	
<i>C. rugosa</i> (Lam.) Opiz.**		+							
<i>C. sanguinea</i> L.*		+							
<i>C. stolonifera</i> (Michx.) Rudb.**		+							
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco (<i>Biota</i> <i>orientalis</i> (L.)***		+							
<i>Chamaecyparis</i> <i>pisifera</i> (Sieb.et Zucc.) Endl.***		+						+	
<i>Elaeagnus</i> <i>angustifolia</i> L.*		+	+	+		+	+		
<i>Juniperus communis</i> L.*		+	+	+		+	+	+	
<i>J. excelsa</i> Bieb.**		+							
<i>J. sabina</i> L.**		+							
<i>J. virginiana</i> L.**		+							

<i>Thuja occidentalis</i> L.**		+	+	+		+	+	+	
<i>Th. occidentalis</i> "Aurea"***		+							
<i>Th. occidentalis</i> "Columna"***		+							
<i>Shepherdia argentea</i> (Pursh) Nutt.**		+							
<i>Quercus dentata</i> Thunb.**		+	+	+		+	+	+	
<i>Q. mongolica</i> Fisch. Ex Turcz.***		+	+					+	
<i>Q. robur</i> L.**	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Q. robur f.</i> <i>fastigiata</i> **		+							
<i>Q. rubra</i> L.*		+							
<i>Q. serrata</i> Thunb.***		+	+						
<i>Aesculus</i> <i>hippocastanum</i> L.*	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Amorpha fruticosa</i> L.*		+				+	+	+	
<i>Caragana arborescens</i> Lam.*		+							
<i>C. frutex</i> (L.) C. Koch**		+	+						
<i>Cercis canadensis</i> L.**		+							
<i>Colutea arborescens</i> L.**		+							
<i>Cytisus hirsutus</i> L.***		+	+						
<i>C. ruthenicus</i> (Fisch. ex. Woloszer) Klaskova***		+				+	+		
<i>C. elongatus</i> Walldt. et Kit.***		+							
<i>Gymnocladus dioicus</i> (L.) C. Koch. ***		+							
<i>Gleditsia caspica</i> Desf.**		+							
<i>G. triacanthos</i> L.***		+							
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.*		+						+	
<i>Juglans cinerea</i> L.***		+							
<i>J. mandshurica</i> Maxim.***		+						+	
<i>J. nigra</i> L.***		+							
<i>J. regia</i> L.***		+							
<i>Liriodendron</i> <i>tulipifera</i> L.**		+							
<i>Ficus carica</i> L.**		+							
<i>Schizandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.***		+							
<i>Menispermum</i> <i>canadense</i> L.***		+							
<i>Morus alba</i> L.***		+							

<i>Forsythia europaea</i> Deg. et Bald.**		+							
<i>Fraxinus americana</i> L.*		+						+	
<i>F. pennsylvanica</i> Marsh.*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. excelsior</i> L.**		+	+	+	+	+	+		+
<i>Ligustrum vulgare</i> L.*		+						+	
<i>Syringa josikaea</i> Jacq. ex Reichenb.**		+							
<i>S. villosa</i> Vahl.**		+	+			+	+		
<i>S. vulgaris</i> L.*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Abies concolor</i> (Gord.) Hoopes***		+							
<i>A. sibirica</i> Ledeb. ***		+	+						
<i>Larix decidua</i> Mill.**		+						+	
<i>L. gmelinii</i> (Rupr.) Rupr. ex Gord.***		+							
<i>L. sibirica</i> Ledeb.***		+							
<i>L. sukaczewii</i> Djl.**		+							
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.**		+			+	+	+	+	
<i>P. canadensis</i> Britt.**		+	+			+	+		
<i>P. obovata</i> Ledeb.**	+	+	+						+
<i>P. pungens</i> Engelm.**	+	+	+	+	+			+	+
<i>Pinus nigra</i> L.**		+							
<i>P. sibirica</i> Du Tour***		+							
<i>P. strobus</i> L.*		+							
<i>P. silvestris</i> L.*		+							
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco**	+	+	+	+				+	+
<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carr.***		+	+						
<i>Amelanchier alnifolia</i> (Nutt.) Nutt.*		+				+			
<i>A. canadensis</i> (L.) Medic.***									
<i>Armeniaca manshurica</i> (Maxim.) Skvorts.***		+	+						
<i>A. vulgaris</i> Lam.***		+							
<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott*		+			+	+	+	+	
<i>Cerasus besseyi</i> (Bailey) Sok.**	+	+	+				+		+
<i>C. tomentosa</i> (Thunb.) Wall.*	+	+	+		+	+		+	+
<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl.**		+							
<i>Cotoneaster integerrimus</i> Medic.**		+							
<i>C. lucidus</i> Schlecht.*		+							
<i>C. melanocarpus</i> Lodd.**		+							

<i>Crataegus altaica</i> Lge.**		+	+						
<i>C. macracantha</i> Lodd.**		+							
<i>C. sanguinea</i> Pall.**	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>C. submollis</i> Sarg.**		+							
<i>C. tournefortii</i> Griseb.**		+							
<i>C. volgensis</i> Pojark.**		+							
<i>Dasiphora fruticosa</i> (L.) Rydb.**		+							
<i>D. fridrichsenii</i> (D. Fruticosax D. davurica)**		+							
<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.*	+	+		+	+	+	+		+
<i>M. niedzwetzkyana</i> Dieck**		+	+						
<i>M. prunifolia</i> (Willd.) Borkh.*	+	+	+			+	+	+	+
<i>M. silvestris</i> (L.) Mill.*		+	+						
<i>M. sieversii</i> (Ledeb.) M. Roem.**		+						+	
<i>Padus maackii</i> (Rupr.) Kom.*	+	+	+	+		+	+	+	
<i>P. maximowiczii</i> (Rupr.) Sok.***		+							
<i>P. pennsylvanica</i> (L. F.) Sok.***		+							
<i>P. avium</i> Mill.**	+	+	+			+			
<i>P. serotina</i> (Ehrh.) Agardh.***		+							
<i>P. virginiana</i> (L.) Mill.**		+							
<i>Physocarpus</i> <i>opulifolius</i> (L.) Maxim.*		+							
<i>Prinsepia sinensis</i> (Oliv.) Bean.***		+							
<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.**		+							
<i>P. divaricate f.</i> <i>abiotatropurpurea</i> *		+	+					+	
<i>P. spinosa</i> L.*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pyrus communis</i> L.*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. ussuriensis</i> Maxim.**		+	+						
<i>Rosa canina</i> L.**		+		+		+	+	+	
<i>R. cinnamomea</i> L.**		+							
<i>R. majalis</i> Herrm.**		+		+		+	+	+	
<i>R. rugosa</i> Thunb.*		+							
<i>Spiraea crenata</i> L.**		+							
<i>S. media</i> Fr. Schmidt.*		+							
<i>S. salicifolia</i> L.*		+							

<i>S. japonica</i> L. Fil**		+							
<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Br.*		+							
<i>Sorbus aucuparia</i> L.**	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>S. sibirica</i> Hedl.***		+							
<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.***		+							
<i>Ptelea trifoliata</i> L.***		+							
<i>Populus alba</i> L.*	+	+	+	+	+		+		+
<i>P. alba</i> × <i>P. tremula</i> **		+	+				+		
<i>P. berolinensis</i> C. Koch.Dipp.**		+	+						
<i>P. bolleana</i> Lauche.***		+							
<i>P. deltoides</i> Marsh.*		+					+		
<i>P. nigra</i> L.*	+	+		+	+				+
<i>P. tremula</i> L.*		+	+		+	+			
<i>P. italica</i> (Du Roi) Moench*	+	+			+	+	+	+	
<i>Salix acutifolia</i> Willd.*	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>S. alba</i> L.*	+	+		+	+			+	+
<i>S. fragilis</i> L.*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. pentandra</i> L.**		+							
<i>S. triandra</i> L.*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hydrangea arborescens</i> L.***		+							
<i>Philadelphus coronarius</i> L.*		+							
<i>Ph. coronarius</i> f. Ptena hort.*		+							
<i>Ph. coronarius</i> f. Nana Mill.*		+							
<i>Ph. coronarius</i> f. salicifolia Jacques**		+							
<i>Ph. lemoinei</i> (Ph. microphyllusGrau × Ph. coronarius)**		+							
<i>P. microphyllus</i> Gray***		+							
<i>Ribes aureum</i> Pursh.*	+	+	+						+
<i>R. nigrum</i> L.**	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tamarix gracilis</i> Willd.***		+							
<i>T. hispida</i> Willd.***		+							
<i>T. laxa</i> Willd.***		+							
<i>Taxus baccata</i> L.***		+		+					
<i>T. cuspidata</i> Sieb.et Zucc ex Endl.***		+							
<i>Tilia americana</i> L.*		+	+						
<i>T. cordata</i> Mill.**	+	+		+		+	+	+	+
<i>T. platyphyllos</i> Scop.***		+			+			+	

<i>Celtis occidentalis</i> L.***		+							
<i>U. minor</i> Mill.*		+				+	+	+	
<i>U. laevis</i> Pall.*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>U. pumila</i> L.*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Parthenocissus</i> <i>guinguefolia</i> (L.) Planch.***	+	+	+						

Примечание: *виды, введенные в озеленение района исследований, отличающиеся декоративностью; **виды, перспективные для введения в озеленение района исследований; ***виды, требующие дальнейшего изучения для определения перспективности использования в озеленительной практике.

Таблица 3.2 – Представители древесных растений из отдела Angiospermae, встречающиеся в экосистемах Саратовского региона

Семейства	Роды	Виды, гибриды и формы	
Aceraceae Juss.	<i>Acer</i> L.	<i>A. platanoides</i> L. <i>A. negundo</i> L. <i>A. tataricum</i> L. <i>A. saccharinum</i> L. <i>A. campestre</i> L. <i>A. ginnala</i> Maxim. <i>A. pseudoplatanus</i> L.	
Anacardiaceae Lindl.	<i>Cotinus</i> Adans.	<i>C. coggygia</i> Scop.	
	<i>Rhus</i> L.	<i>Rh. typhina</i> L.	
Berberidaceae Torr. Et Gray	<i>Berberis</i> L.	<i>B. thunbergii</i> DC. <i>B. vulgaris</i> L. <i>B. vulgaris</i> f. <i>atropurpurea</i>	
	<i>Mahonia</i> Nutt.	<i>M. aquifolium</i> (Pursch.) Nutt.	
Betulaceae C. A. Agardh.	<i>Alnus</i> Gaertn.	<i>A. glutinosa</i> (L.) Gaertn.	
	<i>Betula</i> L.		<i>B. alnoides</i> Buch.- Ham. <i>B. costata</i> Trauty. <i>B. delavayi</i> Franch. <i>B. ermani</i> Cham. <i>B. lenta</i> L. <i>B. lutea</i> Michx. <i>B. manshurica</i> (Regel) Nakai <i>B. oycoviensis</i> Besser <i>B. papyrifera</i> Marsh. <i>B. platyphylla</i> Sukacz. <i>B. turkestanica</i> Litv. <i>B. alba</i> L. <i>B. raddeana</i> Trautv. <i>B. pendula</i> Roth
		<i>Carpinus</i> L.	<i>C. betulus</i> L.
		<i>Corylus</i> L.	<i>C. avellana</i> L. <i>C. heterophylla</i> Fisch. ex Trautv.
		<i>Ostria</i> Scop.	<i>O. carpinifolia</i> Scop.
		Bignoniaceae Pers.	<i>Catalpa</i> Scop.
		<i>Lonicera</i> L.	<i>L. caerulea</i> L. <i>L. caprifolium</i> L. <i>L. tatarica</i> L. <i>L. xylostemum</i> L.

Caprifoliaceae Vent.	<i>Sambucus</i> L.	<i>S. nigra</i> L. <i>S. racemosa</i> L. <i>S. racemosa</i> f. <i>Laciniata</i>
	<i>Symphoricarpos</i> Duhamel	<i>S. albus</i> (L.) Blake
	<i>Viburnum</i> L.	<i>V. burejaeticum</i> Regel et Herd <i>V. lantana</i> L. <i>V. opulus</i> L. <i>V. opulus</i> f. <i>roseum</i> L. <i>V. sargentii</i> Koehne
	<i>Weigela</i> Thunb.	<i>W. floribunda</i> C. Koch.
Celastraceae Lindl.	<i>Euonymus</i> L.	<i>E. europaeus</i> L. <i>E. maackii</i> Rupr. <i>E. verrucosus</i> Scop.
Cornaceae Dumort	<i>Cornus</i> L.	<i>C. alba</i> L. <i>C. rugosa</i> (Lam.) Opiz. <i>C. sanguinea</i> L. <i>C. stolonifera</i> (Michx.) Rudb.-
Elaeagnaceae L.	<i>Elaeagnus</i> L.	<i>E. angustifolia</i> L. <i>E. argentea</i> Pursh.
	<i>Hippophae</i> L.	<i>H. rhamnoides</i> L.
	<i>Shepherdia</i> Nutt.	<i>Sh. argentea</i> (Pursh) Nutt.
Fagaceae A. Br.	<i>Quercus</i> L.	<i>Q. dentata</i> Thunb. <i>Q. mongolica</i> Fisch. Ex Turcz. <i>Q. robur</i> L. <i>Q. robur</i> f. <i>fastigiata</i> <i>Q. rubra</i> L <i>Q. serrata</i> Thunb.
Hippocastanaceae Torr. et Gray	<i>Aesculus</i> L.	<i>A. hippocastanum</i> L.
Leguminosae Juss.	<i>Amorpha</i> L.	<i>A. fruticosa</i> L.
	<i>Caragana</i> Lam.	<i>C. arborescens</i> Lam. <i>C. frutex</i> (L.) C. Koch
	<i>Cercis</i> L.	<i>C. canadensis</i> L.
	<i>Colutea</i> L.	<i>C. arborescens</i> L.
	<i>Cytisus</i> L.	<i>C. hirsutus</i> L. <i>C. ruthenicus</i> (Fisch. ex. Woloszer) Klaskova <i>C. elongatus</i> Waldt. et Kit.
	<i>Gymnocladus</i> Lam.	<i>G. dioicus</i> (L.) C. Koch.
	<i>Gleditsia</i> L.	<i>Gleditsia caspica</i> Desf. <i>G. triacanthos</i> L.
	<i>Robinia</i> L.	<i>R. pseudoacacia</i> L
Juglandaceae Lindl.	<i>Juglans</i> L.	<i>J. cinerea</i> L. <i>J. mandshurica</i> Maxim. <i>J. nigra</i> L. <i>J. regia</i> L. <i>J. sieboldiana</i> Maxim
Magnoliaceae J. St. Hil.	<i>Liriodendron</i> L.	<i>L. tulipifera</i> L.
	<i>Ficus</i> L.	<i>F. carica</i> L.
	<i>Schizandra</i> Michx.	<i>Schizandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.
Menispermaceae D. C. Juss.	<i>Menispermum</i> L.	<i>Me. canadense</i> L.
Moraceae DC.	<i>Morus</i> L.	<i>M. alba</i> L.
Oleaceae Lindl.	<i>Forsythia</i> Vahl	<i>Forsythia europaea</i> Deg. et Bald.
	<i>Fraxinus</i> L.	<i>F. americana</i> L. <i>F. excelsior</i> L. <i>F. pennsylvanica</i> Marsh.
	<i>Ligustrum</i> L.	<i>L. vulgare</i> L.
	<i>Syringa</i> L.	<i>S. josikaea</i> Jacq. ex Reichenb. <i>S. villosa</i> Vahl <i>S. vulgaris</i> L.
Platanaceae Lindl.	<i>Platanus</i> L.	<i>P. orientalis</i> L.

Rhamnaceae R. Br.	<i>Frangula</i> Mill.	<i>F. alnus</i> Mill.		
	<i>Rhamnus</i> L.	<i>R. cathartica</i> L. <i>R. tinctorius</i> Waldst. et Kit.		
Rosaceae Juss.	<i>Amelanchier</i> Medic.	<i>A. alnifolia</i> Nutt. <i>A. canadensis</i> (L.) Medic.		
	<i>Armeniaca</i> Mill.	<i>A. manshurica</i> (Maxim.) Skvorts. <i>A. vulgaris</i> Lam.		
	<i>Aronia</i> Med.	<i>A. melanocarpa</i> (Michx.) Elliott		
	<i>Cerasus</i> Juss.	<i>C. besseyi</i> (Bailey) Sok. <i>C. tomentosa</i> (Thunb.) Wall.		
	<i>Chaenomeles</i> Lindl.	<i>Ch. japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach		
	<i>Cotoneaster</i> Medic.	<i>C. integerrimus</i> Medic. <i>C. lucidus</i> Schlecht. <i>C. melanocarpus</i> Lodd.		
	<i>Crataegus</i> L.	<i>C. altaica</i> Lge. <i>C. macracantha</i> Lodd. <i>C. sanguinea</i> Pall. <i>C. submollis</i> Sarg. <i>C. tournefortii</i> Griseb. <i>C. volgensis</i> Pojark.		
		<i>Dasiphora</i> Raf.	<i>D. fruticosa</i> (L.) Rydb. <i>D. fridrichsenii</i> (<i>D. fruticosa</i> x <i>D. davurica</i>)	
		<i>Malus</i> Mill.	<i>M. baccata</i> (L.) Borckh. <i>M. niedzwetzkyana</i> Dieck <i>M. prunifolia</i> (Willd.) Borckh. <i>M. silvestris</i> (L.) Mill. <i>M. sieversii</i> (Ledeb.) M. Roem.	
			<i>Padus</i> Mill.	<i>P. maackii</i> (Rupr.) Kom. <i>P. maximowiczii</i> (Rupr.) Sok. <i>P. pennsylvanica</i> (L. F.) Sok. <i>P. avium</i> Mill. <i>P. serotina</i> (Ehrh.) Agardh. <i>P. virginiana</i> (L.) Mill.
	<i>Physocarpus</i> Maxim.			<i>Ph. opulifolius</i> (L.) Maxim.
	<i>Prinsepia</i> Oliv.			<i>Prinsepia sinensis</i> (Oliv.) Bean.
	<i>Prunus</i> Mill.	<i>P. cerasifera</i> Ehrh. <i>P. divaricata</i> f. <i>atropurpurea</i> <i>P. spinosa</i> L.		
		<i>Pyrus</i> L.	<i>Pyrus communis</i> L. <i>P. ussuriensis</i> Maxim.	
	<i>Rosa</i> L.		<i>R. canina</i> L. <i>R. cinnamomea</i> L. <i>R. majalis</i> Herrm. <i>R. rugosa</i> Thunb.	
		<i>Spiraea</i> L.	<i>Spiraea crenata</i> L. <i>S. media</i> Fr. Schmidt. <i>S. salicifolia</i> L. <i>S. japonica</i> L. Fil	
			<i>Sorbaria</i> A. Br.	<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Br.
	<i>Sorbus</i> L.		<i>Sorbus aucuparia</i> L. <i>S. sibirica</i> Hedl.	
		Rutaceae Juss.	<i>Phellodendron</i> Rupr. <i>Ptelea</i> L. <i>Ph. amurense</i> Rupr. <i>P. trifoliata</i> L.	
Salicaceae Lindl.	<i>Populus</i> L.	<i>P. alba</i> L. <i>P. alba</i> x <i>P. tremula</i> <i>P. berolinensis</i> (C. Koch.) Dipp. <i>P. bolleana</i> Lauche. <i>P. deltoides</i> Marsh. <i>P. nigra</i> L. <i>P. tremula</i> L. <i>P. italica</i> (Du Roi) Moench		

	<i>Salix</i> L.	<i>S. acutifolia</i> Willd. <i>S. alba</i> L. <i>S. fragilis</i> L. <i>S. pentandra</i> L. <i>S. triandra</i> L.
Saxifragaceae DC.	<i>Hydrangea</i> L.	<i>H. arborescens</i> L.
	<i>Philadelphus</i> L.	<i>Ph. coronarius</i> L. <i>Ph. coronarius</i> f. <i>Ptena</i> hort. <i>Ph. coronarius</i> f. <i>Nana</i> Mill. <i>Ph. coronarius</i> f. <i>salicifolia</i> Jacques <i>Ph. Lemoinei</i> (<i>Ph. microphyllus</i> Grau x <i>Ph. coronarius</i>) <i>Ph. Lemoinei</i> (<i>Ph. microphyllus</i> Grau x <i>Ph. coronarius</i>) <i>Ph. microphyllus</i> Gray
	<i>Ribes</i> L.	<i>R. aureum</i> Pursh. <i>R. nigrum</i> L.
Tamaricaceae Lindl.	<i>Tamarix</i> L.	<i>T. gracilis</i> Willd. <i>T. hispida</i> Willd. <i>T. laxa</i> Willd.
Tiliaceae Juss.	<i>Tilia</i> L.	<i>T. americana</i> L. <i>T. cordata</i> Mill. <i>T. platyphyllos</i> Scop.
Ulmaceae Mirb.	<i>Celtis</i> L.	<i>C. occidentalis</i> L.
	<i>Ulmus</i> L.	<i>U. minor</i> Mill. <i>U. laevis</i> Pall. <i>U. pumila</i> L.
Vitaceae Lindl.	<i>Parthenocissus</i> (L.) Planch.	<i>P. quinguefolia</i> (L.) Planch.

Таблица 3.3 – Представители древесных растений из отдела Gymnospermae, встречающиеся в экосистемах Саратовского региона

Семейства	Роды	Виды, гибриды и формы
Cupressaceae F. Neger	<i>Biota</i> D. Don	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco (<i>Biota orientalis</i> (L.))
	<i>Chamaecyparis</i> Spach	<i>Ch. pisifera</i> (Sieb.et Zucc.) Endl.
	<i>Juniperus</i> L.	<i>J. communis</i> L. <i>J. excelsa</i> Bieb. <i>J. sabina</i> L. <i>J. virginiana</i> L.
	<i>Thuja</i> L.	<i>Th. occidentalis</i> L. <i>Th. occidentalis</i> "Aurea" <i>Th. occidentalis</i> "Columna"
Pinaceae Lindl.	<i>Abies</i> Hill.	<i>A. concolor</i> (Gord.) Hoopes <i>A. sibirica</i> Ledeb.
	<i>Larix</i> Mill.	<i>L. decidua</i> Mill. <i>L. gmelinii</i> (Rupr.) Rupr. ex Gord. <i>L. sibirica</i> Ledeb. <i>L. sukaczewii</i> Djil.
	<i>Picea</i> Dietr.	<i>P. abies</i> (L.)Karst. <i>P. canadensis</i> Britt <i>P. obovata</i> Ledeb. <i>P. pungens</i> Engelm.
	<i>Pinus</i> L.	<i>P. nigra</i> L. <i>P. cembra</i> L. ssp. <i>sibirica</i> (Du Tour) Krylov <i>P. strobus</i> L. <i>P. sylvestris</i> L.
	<i>Pseudotsuga</i> Carr.	<i>P. menziesii</i> (Mirb.) Franco <i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carr.
Taxaceae Lindl.	<i>Taxus</i> L.	<i>T. baccata</i> L. <i>T. cuspidata</i> Sieb.et Zucc ex Endl.

Результаты фенонаблюдений за древесными растениями

Таблица 4.1 – Сезонные феноритмы растений из состава Angiospermae (среднегодовые фенодаты за 2010–2019 гг. древесных растений в экосистемах поселений района исследований)

Начало набухания почек	Фаза облиствения		Фаза цветения		Фаза плодоношения		Фаза листопада	
	развер-зание почек	вызре-вание листьев	начало	окон-чание	начало	окон-чание	начало	окон-чание
<i>Ulmus laevis</i>								
4.04	5.05	19.05	4.05	17.05	17.05	20.06	22.09	2.11
<i>U. pumila</i>								
22.03	4.05	16.05	2.05	15.05	14.05	17.06	10.10	10.11
<i>Lonicera tatarica</i>								
1.04	9.04	23.04	15.05	12.06	28.07	26.08	22.09	21.10
<i>Acer campestre</i>								
11.04	26.04	17.05	12.05	11.06	21.09	10.10	17.09	15.10
<i>A. platanoides</i>								
3.04	20.04	13.05	4.05	6.06	27.09	19.10	25.09	30.10
<i>A. tataricum</i>								
2.04	23.04	15.05	13.05	25.05	23.09	20.10	26.09	19.10
<i>A. saccharinum</i>								
7.04	24.04	12.05	17.04	16.05	19.07	24.08	24.09	26.10
<i>A. ginnala</i>								
25.04	2.05	11.05	4.05	12.05	4.09	11.09	11.10	22.10
<i>A. negundo</i>								
5.04	19.04	14.05	20.04	19.05	30.08	14.09	20.09	19.10
<i>Aesculus hippocastanum</i>								
9.04	22.04	24.05	3.06	25.06	15.09	24.09	3.10	24.10
<i>Robinia pseudoacacia</i>								
24.03	3.05	23.05	2.06	21.06	5.09	23.09	22.09	18.10
<i>Caragana arborescens</i>								
19.04	5.05	26.05	13.05	15.06	26.06	10.07	1.10	13.10
<i>Berberis vulgaris</i>								
24.03	10.04	30.04	13.05	11.06	14.09	2.10	27.09	1.11
<i>B. thunbergii</i>								
21.03	7.04	1.05	11.05	9.06	10.09	29.09	24.09	30.10
<i>Elaeagnus angustifolia</i>								
24.03	10.04	22.04	10.06	29.06	1.09	30.09	30.09	30.10
<i>Betula pendula</i>								
7.04	23.04	12.05	26.04	17.05	25.07	20.08	14.09	18.10
<i>B. alba</i>								
9.04	25.04	14.05	16.05	7.06	19.07	6.08	10.10	28.10
<i>Malus silvestris</i>								
24.04	3.05	12.05	14.05	25.05	12.07	13.08	5.10	24.10
<i>M. baccata</i>								
10.04	29.04	10.05	12.05	30.05	30.08	20.09	20.09	28.10

<i>Cotoneaster lucidus</i>								
29.03	12.04	3.05	18.05	12.06	1.09	23.09	5.10	5.11
<i>Amelanchier canadensis</i>								
2.04	6.04	2.05	11.05	29.05	17.07	22.08	23.09	14.10
<i>Rosa canina</i>								
16.04	21.04	2.05	21.05	5.06	11.07	29.07	14.08	18.09
<i>R. cinnamomea</i>								
20.04	25.04	5.05	15.05	29.05	20.08	15.09	15.09	10.10
<i>Sorbus aucuparia</i>								
22.03	2.04	24.04	19.05	1.06	5.09	25.09	15.09	20.10
<i>Crataegus volgensis</i>								
21.03	5.04	3.05	13.05	10.06	21.07	18.08	25.09	26.10
<i>Salix triandra</i>								
7.04	24.04	12.05	15.05	7.06	15.06	30.06	16.09	13.10
<i>S. fragilis</i>								
3.04	20.04	1.05	3.05	17.05	11.06	25.06	1.10	25.10
<i>S. acutifolia</i>								
28.03	15.04	3.05	5.04	18.04	4.05	2.06	20.09	17.10
<i>S. alba</i>								
2.04	22.04	30.04	2.05	24.05	5.06	21.06	4.10	6.11
<i>Populus balsamifera</i>								
4.04	17.04	13.05	3.05	16.05	1.06	12.06	27.09	24.10
<i>P. nigra</i>								
6.04	16.04	16.05	9.05	20.05	24.05	13.06	30.09	10.11
<i>Tilia cordata</i>								
23.04	14.05	18.05	5.06	4.07	6.09	23.09	18.09	21.10
<i>T. platyphyllos</i>								
20.04	10.05	15.05	30.05	20.06	10.09	24.09	1.10	25.10
<i>Fraxinus excelsior</i>								
8.04	17.04	11.05	13.05	20.05	26.08	12.09	18.09	23.10
<i>F. pennsylvanica</i>								
1.04	9.04	9.05	6.05	5.06	8.09	22.09	23.09	20.10
<i>Syringa josikaea</i>								
25.04	25.04	14.05	26.05	10.06	24.08	8.09	7.10	1.11
<i>S. vulgaris</i>								
23.03	25.04	13.05	14.05	10.06	24.08	23.09	10.10	9.11
<i>Ligustrum vulgare</i>								
1.04	21.04	9.05	10.06	5.07	10.09	24.09	13.10	5.11

Данные по сезонному развитию *Quercus robur* L. и его декоративных форм приведены в таблице 6.2.1 (п. 6.2).

Таблица 4.2 – Сезонные феноритмы растений из состава Gymnospermae (среднегодовые фенодаты за 2010–2019 гг. древесных растений в экосистемах поселений района исследований)

Фенологические фазы					
рост побегов		пыление		плодоношение	
начало	конец	начало	конец	начало	конец
<i>Larix sukaczewii</i>					
16.04	8.09	12.05	10.05	15.10	18.11

<i>L. gmelinii</i>					
12.04	15.09	8.05	14.05	20.08	16.09
<i>Pinus sylvestris</i>					
13.04	16.07	21.05	14.06	5.10	24.10
<i>Picea obovata</i>					
8.05	30.06	9.05	15.05	19.08	15.09
<i>P. pungens</i>					
22.04	10.08	2.05	27.05	13.09	5.10
<i>P. abies</i>					
9.04	13.07	5.05	24.05	2.09	29.11
<i>P. canadensis</i>					
5.04	7.07	8.05	1.06	16.09	30.09
<i>Pseudotsuga menziesii</i>					
15.04	14.06	8.06	25.06	12.09	30.09
<i>Thuja occidentalis</i>					
16.05	28.09	8.05	29.05	14.09	12.10

**Результаты определения значений экологической толерантности
древесных растений к лимитирующим средовым факторам**

Таблица 5.1 – Результаты установления диапазонов летального действия
положительных температур на древесные растения, обитающие в экосистемах
поселений Саратовского региона, с помощью метода Ф.Ф. Мацкова, $t^{\circ}\text{C}$ (2011–2017 гг.)

№№	Виды древесных растений	Данные о губительном действии высоких температур воздуха на растительные организмы
1.	<i>Picea obovata</i>	46–58
2.	<i>Pinus sylvestris</i>	52–63
3.	<i>P. abies</i>	54–69
4.	<i>P. pungens</i>	48–64
5.	<i>P. canadensis</i>	45–59
6.	<i>Thuja occidentalis</i>	46–61
7.	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	46–63
8.	<i>Tilia cordata</i>	45–57
9.	<i>T. platyphyllos</i>	49–68
10.	<i>Crataegus sanguinea</i>	45–60
11.	<i>C. altaica</i>	48–63
12.	<i>Sorbus aucuparia</i>	43–67
13.	<i>Cotoneaster lucidus</i>	47–64
14.	<i>Malus silvestris</i>	45–60
15.	<i>M. baccata</i>	52–65
16.	<i>Prunus spinosa</i>	55–68
17.	<i>Pyrus communis</i>	44–55
18.	<i>Lonicera tatarica</i>	50–61
19.	<i>Fraxinus excelsior</i>	45–55
20.	<i>F. pennsylvanica</i>	46–57
21.	<i>Berberis thunbergii</i>	44–55
22.	<i>B. vulgaris</i>	50–59
23.	<i>Acer platanoides</i>	44–58
24.	<i>A. tataricum</i>	43–55
25.	<i>A. campestre</i>	46–67
26.	<i>A. saccharinum</i>	48–63
27.	<i>A. negundo</i>	43–62
28.	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	55–63
29.	<i>Salix fragilis</i>	45–58
30.	<i>S. triandra</i>	53–68
31.	<i>Populus nigra</i>	45–63
32.	<i>P. italica</i>	49–69
33.	<i>P. alba</i>	46–65
34.	<i>P. tremula</i>	44–63
35.	<i>P. balsamifera</i>	44–55
36.	<i>Robinia pseudoacacia</i>	45–69
37.	<i>Betula pendula</i>	47–55
38.	<i>Ligustrum vulgare</i>	55–59
39.	<i>Ulmus laevis</i>	48–65

40.	<i>U. pumila</i>	46–69
41.	<i>Aesculus hippocastanum</i>	47–62
	$M \pm m$	54,6 \pm 2,1
	δ	3,7
	$c, \%$	6,8
	$p, \%$	3,8
	t	26,0

Таблица 5.2 – Результаты установления диапазонов летального действия положительных температур на древесные растения, обитающие в экосистемах поселений Саратовского региона, с помощью двух других методов, $t^{\circ}\text{C}$ (2011–2017 гг.)

№№	Виды древесных растений	Данные о губительном действии высоких температур воздуха на растительные организмы посредством:	
		метода В.П. Тарабрина	метода К.А. Ахматова
1.	<i>Picea obovata</i>	47–50	46–47
2.	<i>Pinus sylvestris</i>	48–50	47–49
3.	<i>Picea abies</i>	48–49	48–49
4.	<i>P. pungens</i>	48–49	47–49
5.	<i>P. canadensis</i>	49–50	49–50
6.	<i>Thuja occidentalis</i>	48–50	47–49
7.	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	48–49	47–49
8.	<i>Tilia cordata</i>	47–48	45–47
9.	<i>T. platyphyllos</i>	48–49	46–47
10.	<i>Crataegus sanguinea</i>	48–49	46–47
11.	<i>C. altaica</i>	49–50	48–49
12.	<i>Sorbus aucuparia</i>	47–49	44–48
13.	<i>Cotoneaster lucidus</i>	47–50	46–49
14.	<i>Malus silvestris</i>	48–50	45–47
15.	<i>M. baccata</i>	49–50	47–48
16.	<i>Prunus spinosa</i>	49–50	48–49
17.	<i>Pyrus communis</i>	46–48	44–47
18.	<i>Lonicera tatarica</i>	47–48	46–49
19.	<i>Fraxinus excelsior</i>	46–49	45–48
20.	<i>F. pennsylvanica</i>	47–48	46–49
21.	<i>Berberis thunbergii</i>	46–48	44–46
22.	<i>B. vulgaris</i>	47–49	45–47
23.	<i>Acer platanoides</i>	47–48	45–47
24.	<i>A. tataricum</i>	48–49	47–48
25.	<i>A. campestre</i>	49–50	48–49
26.	<i>A. saccharinum</i>	48–49	46–49
27.	<i>A. negundo</i>	47–49	46–48
28.	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	48–49	45–48
29.	<i>Salix fragilis</i>	48–49	44–48
30.	<i>S. triandra</i>	49–50	46–48
31.	<i>Populus nigra</i>	48–49	44–48
32.	<i>P. italica</i>	49–50	49–50
33.	<i>P. alba</i>	48–49	47–49
34.	<i>P. tremula</i>	47–48	46–48
35.	<i>P. balsamifera</i>	46–48	45–46
36.	<i>Robinia pseudoacacia</i>	46–48	46–47

37.	<i>Betula pendula</i>	48–49	46–48
38.	<i>Ligustrum vulgare</i>	47–48	45–48
39.	<i>Ulmus laevis</i>	47–48	45–47
40.	<i>U. pumila</i>	48–50	47–48
41.	<i>Aesculus hippocastanum</i>	47–48	46–47
	$M \pm m$	48,3±1,5	47,1±0,9
	δ	2,5	1,6
	$c, \%$	5,2	3,4
	$p, \%$	3,1	1,9
	t	32,2	52,3



1

2

Рисунок 5.1 – Влияние гидротермического режима (температуры атмосферного воздуха и дефицита влаги) на состояние всходов *Physocarpus opulifolia* (L.) Maxim. (посев 3 августа 2010 г.): 1 – влажность почвосмеси составляет 80% от ПВ, 2 – влажность почвосмеси составляет 57% от ПВ

**Данные статистической обработки показателей
качества репродуктивного материала древесных растений**

Таблица 6.1 – Статистическая обработка показателей качества желудей *Quercus robur* L.,
собранных с контрольных растений (2017 г.)

Масса, г	а	а ²	Длина, мм	а	а ²	Диам., мм	а	а ²
4,1	0,32	0,1024	31,1	1,8	3,24	17,6	1,05	1,1025
3,9	0,12	0,0144	33	3,7	13,69	17,1	0,55	0,3025
3,9	0,12	0,0144	32,4	3,1	9,61	16,8	0,25	0,0625
4,1	0,32	0,1024	31,6	2,3	5,29	16,2	-0,35	0,1225
4,2	0,42	0,1764	33	3,7	13,69	18	1,45	2,1025
3,6	-0,18	0,0324	26,8	-2,5	6,25	15,9	-0,65	0,4225
4,1	0,32	0,1024	25,5	-3,8	14,44	15,8	-0,75	0,5625
4,1	0,32	0,1024	26,6	-2,7	7,29	15,9	-0,65	0,4225
3,2	-0,58	0,3364	31,1	1,8	3,24	15,8	-0,75	0,5625
4,1	0,32	0,1024	33	3,7	13,69	16,7	0,15	0,0225
4,2	0,42	0,1764	32,4	3,1	9,61	17,2	0,65	0,4225
3,2	-0,58	0,3364	31,6	2,3	5,29	14	-2,55	6,5025
3,6	-0,18	0,0324	33	3,7	13,69	17,1	0,55	0,3025
3,7	-0,08	0,0064	26,8	-2,5	6,25	16,8	0,25	0,0625
3,7	-0,08	0,0064	25,5	-3,8	14,44	16,2	-0,35	0,1225
3,9	0,12	0,0144	26,6	-2,7	7,29	18	1,45	2,1025
3,9	0,12	0,0144	33	3,7	13,69	15,9	-0,65	0,4225
3,5	-0,28	0,0784	26,8	-2,5	6,25	15,8	-0,75	0,5625
3,9	0,12	0,0144	25,5	-3,8	14,44	16,7	0,15	0,0225
3,2	-0,58	0,3364	26,6	-2,7	7,29	17,2	0,65	0,4225
3,3	-0,48	0,2304	31,1	1,8	3,24	17,8	1,25	1,5625
4	0,22	0,0484	33	3,7	13,69	16,4	-0,15	0,0225
4,1	0,32	0,1024	32,4	3,1	9,61	15,9	-0,65	0,4225
3,9	0,12	0,0144	31,6	2,3	5,29	15,8	-0,75	0,5625
3,5	-0,28	0,0784	33	3,7	13,69	16,7	0,15	0,0225
3,9	0,12	0,0144	26,8	-2,5	6,25	17,2	0,65	0,4225
3,2	-0,58	0,3364	25,5	-3,8	14,44	17,8	1,25	1,5625
3,3	-0,48	0,2304	26,6	-2,7	7,29	16,4	-0,15	0,0225
4	0,22	0,0484	24,1	-5,2	27,04	16,8	0,25	0,0625
4,1	0,32	0,1024	24,3	-5	25	14,9	-1,65	2,7225
M	3,78		29,34333	1,3	314,21	16,54	-0,1	24,015

σ	0,337741	3,291335	0,909996
σ^2	0,114069	10,83289	0,828092
ν	8,934946	11,21664	5,49957
p	1,624536	2,039388	0,999922
t	61,55605	49,03431	100,0078
Max	4,2	33	18
Min	3,2	24,1	14
N	30	30	30
m	0,061407	0,598425	0,165454

Таблица 6.2 – Статистическая обработка показателей качества желудей
Quercus robur L., собранных с растений с яйцевидной формой кроны (2017 г.)

Масса, г	a	a ²	Длина, мм	a	a ²	Диам., мм	a	a ²
5,6	0,8	0,64	4,2	0,4	0,16	1,8	0,2	0,04
3,9	-0,9	0,81	4,1	0,3	0,09	1,8	0,2	0,04
4,9	0,1	0,01	3,5	-0,3	0,09	1,5	-0,1	0,01
5,3	0,5	0,25	3,6	-0,2	0,04	1,6	0	0
4,8	0	0	3,6	-0,2	0,04	1,7	0,1	0,01
5,2	0,4	0,16	3,5	-0,3	0,09	1,5	-0,1	0,01
3,8	-1	1	3,1	-0,7	0,49	1,4	-0,2	0,04
4,6	-0,2	0,04	3,8	0	0	1,6	0	0
4,2	-0,6	0,36	3,7	-0,1	0,01	1,6	0	0
5,4	0,6	0,36	3,9	0,1	0,01	1,6	0	0
5,2	0,4	0,16	4,1	0,3	0,09	1,5	-0,1	0,01
5	0,2	0,04	3,9	0,1	0,01	1,4	-0,2	0,04
4,9	0,1	0,01	4	0,2	0,04	1,6	0	0
3,9	-0,9	0,81	3,6	-0,2	0,04	1,6	0	0
4,9	0,1	0,01	3,5	-0,3	0,09	1,6	0	0
4,9	0,1	0,01	3,9	0,1	0,01	1,5	-0,1	0,01
5,6	0,8	0,64	4,2	0,4	0,16	1,8	0,2	0,04
3,9	-0,9	0,81	4,1	0,3	0,09	1,8	0,2	0,04
4,9	0,1	0,01	3,5	-0,3	0,09	1,5	-0,1	0,01
5,3	0,5	0,25	3,6	-0,2	0,04	1,6	0	0
4,8	0	0	3,6	-0,2	0,04	1,7	0,1	0,01
5,2	0,4	0,16	3,5	-0,3	0,09	1,5	-0,1	0,01
3,8	-1	1	3,8	0	0	1,4	-0,2	0,04
4,6	-0,2	0,04	3,8	0	0	1,6	0	0
4,2	-0,6	0,36	3,7	-0,1	0,01	1,6	0	0
5,4	0,6	0,36	3,9	0,1	0,01	1,6	0	0
5,2	0,4	0,16	4,1	0,3	0,09	1,7	0,1	0,01
5	0,2	0,04	3,9	0,1	0,01	1,5	-0,1	0,01
4,9	0,1	0,01	4	0,2	0,04	1,6	0	0
3,9	-0,9	0,81	3,7	-0,1	0,01	1,7	0,1	0,01

Продолжение табл. 6.2

	4,773333			3,78			1,596667		
Σ	143,2	-0,8	9,32	113,4	-0,6	1,98	47,9	-0,1	0,39
σ	0,566254			0,260503			0,115917		
σ^2	0,320644			0,067862			0,013437		
v	11,86286			6,891627			7,259946		
p	2,156884			1,253023			1,31999		
t	46,36317			79,80699			75,75814		
Max	5,6			4,2			1,8		
Min	3,8			3,1			1,4		
N	30			30			30		
m	0,102955			0,047364			0,021076		

Таблица 6.3 – Статистическая обработка показателей качества желудей *Quercus robur* L., собранных с растений с овальной формой кроны (2017 г.)

Масса,г	a	a ²	Длина, мм	a	a ²	Диам., мм	a	a ²
6,1	0,7	0,49	3,1	-0,2	0,04	1,7	0	0
4,7	-0,7	0,49	3,8	0,5	0,25	1,8	0,1	0,01
5,8	0,4	0,16	3,7	0,4	0,16	1,9	0,2	0,04
4,9	-0,5	0,25	3,2	-0,1	0,01	1,9	0,2	0,04
6,2	0,8	0,64	3,9	0,6	0,36	1,9	0,2	0,04
6	0,6	0,36	3,1	-0,2	0,04	1,7	0	0
4,5	-0,9	0,81	3,8	0,5	0,25	1,8	0,1	0,01
5,8	0,4	0,16	3,7	0,4	0,16	1,6	-0,1	0,01
5,8	0,4	0,16	3,2	-0,1	0,01	1,6	-0,1	0,01
4,9	-0,5	0,25	3,9	0,6	0,36	1,9	0,2	0,04
4,3	-1,1	1,21	3,1	-0,2	0,04	1,8	0,1	0,01
6,2	0,8	0,64	2,9	-0,4	0,16	1,7	0	0
5,9	0,5	0,25	3,3	0	0	1,7	0	0
5,7	0,3	0,09	3,3	0	0	1,7	0	0
4,4	-1	1	3,4	0,1	0,01	1,8	0,1	0,01
4,3	-1,1	1,21	3,5	0,2	0,04	1,8	0,1	0,01
5,6	0,2	0,04	3,2	-0,1	0,01	1,6	-0,1	0,01
4,4	-1	1	2,9	-0,4	0,16	1,6	-0,1	0,01
6,1	0,7	0,49	3,9	0,6	0,36	1,9	0,2	0,04
4,7	-0,7	0,49	3,1	-0,2	0,04	1,8	0,1	0,01
5,8	0,4	0,16	2,9	-0,4	0,16	1,7	0	0

Продолжение табл. 6.3

	4,9	-0,5	0,25	3,3	0	0	1,7	0	0
	6,2	0,8	0,64	3,3	0	0	1,7	0	0
	6	0,6	0,36	3,4	0,1	0,01	1,8	0,1	0,01
	4,5	-0,9	0,81	3,5	0,2	0,04	1,8	0,1	0,01
	5,8	0,4	0,16	3,2	-0,1	0,01	1,6	-0,1	0,01
	5,8	0,4	0,16	2,9	-0,4	0,16	1,6	-0,1	0,01
	4,9	-0,5	0,25	3,5	0,2	0,04	1,8	0,1	0,01
	4,3	-1,1	1,21	3,2	-0,1	0,01	1,6	-0,1	0,01
	6,2	0,8	0,64	2,9	-0,4	0,16	1,6	-0,1	0,01
Σ	160,7	-1,3	14,83	100,1	1,1	3,05	52,1	1,1	0,37
M	5,35666667			3,336667			1,736667		
σ	0,7137484			0,322152			0,10662		
σ^2	0,50943678			0,103782			0,011368		
v	13,3244879			9,654891			6,139345		
p	2,42263416			1,755435			1,116245		
t	41,2773837			56,96595			89,5861		
Max	6,2			3,9			1,9		
Min	4,3			2,9			1,6		
N	30			30			30		
m	0,12977244			0,058573			0,019385		



Рисунок 6.1 – *Quercus robur* L., крупноплодная форма
(природные сообщества, 2017 г.)



Рисунок 6.2 – Желуди с растений *Quercus robur* L. крупноплодной формы
(природные сообщества, 2017 г.)

Таблица 6.4 – Статистические показатели среднеарифметических значений массы (г) и длины (см) желудей *Quercus robur* L. крупноплодной формы (2017 г.)

Масса, г	a	a ²	Длина, см	a	a ²	Диам., см	a	a ²
7,09	1,27	1,6129	3,2	0,08	0,0064	19,2	-0,6	0,36
5,54	-0,28	0,0784	2,4	-0,72	0,5184	19	-0,8	0,64
7,81	1,99	3,9601	3,6	0,48	0,2304	18,8	-1	1
7,13	1,31	1,7161	3,4	0,28	0,0784	22	2,2	4,84
7,35	1,53	2,3409	3,2	0,08	0,0064	18,6	-1,2	1,44
6	0,18	0,0324	3,3	0,18	0,0324	17,7	-2,1	4,41
7,16	1,34	1,7956	3,5	0,38	0,1444	18,3	-1,5	2,25
7,06	1,24	1,5376	3,3	0,18	0,0324	19,0	-0,8	0,64
6,2	0,38	0,1444	3,1	-0,02	0,0004	17	-2,8	7,84
6,35	0,53	0,2809	3,1	-0,02	0,0004	19,2	-0,6	0,36
5,7	-0,12	0,0144	2,9	-0,22	0,0484	21,2	1,4	1,96
5,77	-0,05	0,0025	2,9	-0,22	0,0484	22	2,2	4,84
5,62	-0,2	0,04	3,2	0,08	0,0064	21	1,2	1,44
7,45	1,63	2,6569	3,2	0,08	0,0064	19,0	-0,8	0,64
5,6	-0,22	0,0484	3,4	0,28	0,0784	19,9	0,1	0,01
4,8	-1,02	1,0404	3,1	-0,02	0,0004	19,6	-0,2	0,04
6,6	0,78	0,6084	2,8	-0,32	0,1024	20,8	1	1
7,61	1,79	3,2041	3,4	0,28	0,0784	19,6	-0,2	0,04
5,19	-0,63	0,3969	3,5	0,38	0,1444	19,8	0	0
6,8	0,98	0,9604	3,1	-0,02	0,0004	19,6	-0,2	0,04
4,8	-1,02	1,0404	2,8	-0,32	0,1024	19,8	0	0
4,9	-0,92	0,8464	2,9	-0,22	0,0484	19,4	-0,4	0,16
5,77	-0,05	0,0025	3,1	-0,02	0,0004	19,4	-0,4	0,16
6,36	0,54	0,2916	3,3	0,18	0,0324	19,5	-0,3	0,09
6,1	0,28	0,0784	3	-0,12	0,0144	20,2	0,4	0,16
6,33	0,51	0,2601	3,2	0,08	0,0064	20,3	0,5	0,25
7,2	1,38	1,9044	3,1	-0,02	0,0004	21,2	1,4	1,96
7,1	1,28	1,6384	2,9	-0,22	0,0484	22,1	2,3	5,29
5,95	0,13	0,0169	2,8	-0,32	0,1024	21,4	1,6	2,56
5,97	0,15	0,0225	3	-0,12	0,0144	19,1	-0,7	0,49

Сумма	189,31	14,71	28,5733	93,7	0,1	1,934	555,7	-0,3	44,91
M	6,310333			3,123333			19,84643		
σ	0,858236			0,258221			1,270311		
σ^2	0,736569			0,066678			1,61369		
v	13,60048			8,267486			6,400704		
p	2,518608			0,942325			1,163764		
t	39,70447			106,1205			85,92805		
Max	7,81			3,6			22,1		
Min	4,8			2,4			17		
N	30			30			30		
m	0,158933			0,029432			0,230966		



Рисунок 6.3 – Плоды крупноплодной формы *Sorbus aucuparia* L. (2017 г.)



a

б

Рисунок 6.4 – Плоды крупноплодной формы *Sorbus aucuparia* L. (*a*) и плоды, собранные со среднестатистических растений этого вида (*б*) (2017 г.)



Рисунок 6.5 – Лжетсуга Мензиеза – *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco в Падовском приусадебном парке (бывшее имение Нарышкиных, с. Пады Балашовского района Саратовской области, 2017 г.)



Рисунок 6.6 – Шишки лжетсуги Мензиеза – *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco в Падовском приусадебном парке (с. Пады Балашовского района Саратовской области, 2017 г.)

**Результаты экспериментов по оптимизации роста и развития
древесных растений**



Рисунок 7.1 – Посадочный материал *Quercus robur* L. формы крупноплодной, выращенный в контейнерах (г. Балашов, 2016–2017 гг.)

Таблица 7.1 – Установленные нормы полива древесных растений на ранних этапах онтогенеза в зависимости от природно-климатических условий Саратовского региона

Районы со среднегодовой нормой атмосферных осадков, мм*	Необходимые вегетационные нормы полива, м ³ /га
600	1100
550	1650
500	2200

450	2750
400	3300
350	3850
300	4400
250	4950

* – нормы осадков взяты из открытых источников [Учебно-краеведческий атлас..., 2013; Саратовский центр по гидрометеорологии ..., 2020]

С учетом того, что в Саратовской области наблюдается существенная динамика климатических условий, в том числе режим увлажнения, то указанные нормы поливов рекомендуются и для районов области с иным уровнем среднегодовых атмосферных осадков, где насаждения нуждаются в соответствующих объемах снабжения влагой.

При создании насаждений часто не соблюдались требования к посадкам древесных растений, не использовались даже простейшие методы и приемы агротехники. Под насаждениями можно встретить остатки кладки фундаментов из кирпича, железобетона, камня на глубине всего 30–50 см, что отрицательно сказывается на росте, развитии и состоянии посадок древесных растений. На газонах на глубине 10–20 см встречается строительный и бытовой мусор, многочисленные остатки автодорожного покрытия. В частности, в парках и скверах поселений Саратовского региона на глубине 21–45 см также выявлено наличие строительного и автодорожного мусора. Посадка растений проводится часто без замены загрязненной земли на почвосмесь. Под живые изгороди не готовятся сплошные траншеи, почва не заменяется. В почву не вносятся органические и минеральные удобрения. Экологическая реабилитация городских почв не проводится. Обоснованное введение в конструируемые и реконструируемые экосистемы, экологически оптимальное обеспечение почв зеленых зон (согласно материалам землеустройства) городов и сел Саратовского региона почвенной влагой – до уровня не < семидесяти – семидесяти двух процентов от значения полевой влагоемкости почв совместно с необходимым уходом за посадками с использованием даже минимальных методов агротехники и с обязательным контролем за санитарным состоянием деревьев и кустарников в комплексе будут способствовать их жизнеспособности, нормальному ходу онтогенеза и репродукции. Также данные меры обеспечат устойчивость и экологический функционал формируемых сообществ на основе предложенных видов древесных растений.

Таблица 7.2 – Показатели экологической эффективности применения капельного орошения при выращивании однолетних саженцев *Robinia pseudoacacia* L.

Показатели	Методы орошения		Разница
	напуском воды в поливные борозды (контроль)	капельное орошение (опыт)	
площадь посадки (га)	0,01	0,01	–
высажено (шт.)	130	130	–
выращено стандартных саженцев (шт.)	98	126	+28
выход саженцев (%)	75,4	96	+20,6
расход поливной воды (м ³)	22	5,5	–16,5
затраты на выращивание саженцев (%)	100	36,1	–63,9

**Рекомендуемые для озеленения Саратовской области
древесные растения и данные статистической обработки**

Таблица 8.1 – Перечень представителей древесных растений, перспективных
для городского и сельского озеленения Саратовской области

Семейства	Роды	Виды, формы, гибриды, сорта
Aceraceae Juss.	<i>Acer</i> L.	<i>A. californicum</i> (Tor. et Grau) Dietz. <i>A. henryi</i> Pax <i>A. semenovii</i> Regel. et Herd. <i>A. truncatum</i> Bunge <i>A. turcestanicum</i> Pax
Anacardiaceae Lindl.	<i>Pistacia</i> L.	<i>P. chinensis</i> Bunge <i>P. terebinthus</i> L.
	<i>Rhus</i> L.	<i>Rh. radicans</i> L. <i>Rh. toxicodendron</i> L.
Berberidaceae Juss.	<i>Berberis</i> L.	<i>B. amurensis</i> Rupr. <i>B. aristata</i> DC. <i>B. aggregata</i> Schneid. <i>B. asiatica</i> Roxb. <i>B. ubrachypoda</i> Maxim <i>B. chinensis</i> Poir. <i>B. dielsiana</i> Fedde <i>B. iliensis</i> M. Pop <i>B. integerrima</i> Bunge <i>B. julianae</i> C. K. Schneid. <i>B. koreana</i> Palib. <i>B. lycium</i> Royle <i>B. morissonensis</i> Hayata <i>B. oblonga</i> (Regel) Schneid. <i>B. poiretii</i> Schneid. <i>B. turcomanica</i> Kar. <i>B. souliana</i> Schneid. <i>B. vernaе</i> Schneid.
Bignoneaceae Pers.	<i>Catalpa</i> Scop.	<i>C. bungei</i> C. A. Meu <i>C. speciosa</i> (Ward. ex Barneu) Warder ex Engelm.
Caprifoliaceae Juss.	<i>Lonicera</i> L.	<i>L. arborea</i> Boiss. <i>L. baltica</i> Pojarc. <i>L. bella</i> Zab. (<i>L. morrowii</i> x <i>tatarica</i>). <i>L. caucasica</i> Pall. <i>L. demissa</i> Rehd. <i>L. edulis</i> Turcz. <i>L. karelinii</i> Bunge ex P. Kir. <i>L. korolkowii</i> Stapf <i>L. maackii</i> Rupr. <i>L. microphylla</i> Willd. ex Schult. <i>L. nummularifolia</i> Jaub. et Spach <i>L. ruprechtiana</i> Regel <i>L. salicifolia</i> Zab. (<i>L. ruprechtiana</i> × <i>L. xylasteoides</i>) <i>L. tatarica</i> f. <i>alba</i> willard. <i>L. tatarica</i> f. <i>rosea</i> Regel
		<i>Sambucus</i> L.
	<i>Symphoricarpos</i> Duhamel	<i>S. occidentalis</i> Hook. <i>S. microphyllus</i> Kanth.

Chenopodiaceae Vent.	<i>Haloxylon</i> Bunge	<i>H. aphyllum</i> (Minkw.) Jljn
	<i>Halostachys</i> C. A. M.	<i>H. caspica</i> (Bieb.) C. A. Mey.
	<i>Salsola</i> L.	<i>S. paletziana</i> Litw.
Cornaceae Dumort.	<i>Cornus</i> L.	<i>C. baileyi</i> Coult. et Evans. <i>C. foemina</i> Mill. <i>C. mas</i> L. <i>C. obliqua</i> Raf. <i>C. pumila</i> Koehne <i>C. racemosa</i> Lam. <i>C. pubescens</i> Nutt.
Elaeagnaceae Adans.	<i>Elaeagnus</i> L.	<i>E. orientalis</i> L. <i>E. turcomanica</i> N. Kozl. <i>E. caspica</i> (Sosn.) Grossh.
Eucommiaceae Van Tiegh.	<i>Eucommia</i> Oliv.	<i>E. ulmoides</i> Oliv.
Ericaceae DC.	<i>Rhododendron</i> L.	<i>R. canadensis</i> (L.) Torr.
Fagaceae A. Br.	<i>Quercus</i> L.	<i>Q. borealis</i> f. <i>maxima</i> (Marsh.) Ashe. <i>Q. crispula</i> Blume <i>Q. imeretina</i> Stev. ex Woronow <i>Q. imbricaria</i> Michx. <i>Q. hartwissiana</i> Stev <i>Q. macrocarpa</i> Michx.
Leguminosae Juss.	<i>Amorpha</i> L.	<i>A. californica</i> Nutt. <i>A. caroliniana</i> Croom. <i>A. fragrans</i> Sweet. <i>A. glabra</i> Poir.
	<i>Caragana</i> Lam.	<i>C. acanthophylla</i> Kom. <i>C. boisii</i> Schneid. <i>C. brevispina</i> Royle <i>C. decorticans</i> Hemsl. <i>C. chamlagy</i> Lam. <i>C. microphylla</i> Lam. <i>C. turcestanica</i> Kom.
	<i>Cercis</i> L.	<i>C. siliquastrum</i> L.
	<i>Cladrastis</i> Raf.	<i>C. lutea</i> (Michx.) C. Koch.
	<i>Colutea</i> L.	<i>C. cilicica</i> Boiss. et Bal. <i>C. x media</i> Willd. <i>C. orientalis</i> Mill. <i>C. persica</i> Boiss.
	<i>Gleditsia</i> L.	<i>G. aguatica</i> Marsh. <i>G. sinensis</i> Lam. <i>G. delavayi</i> Franch. <i>G. tekana</i> Sarg.
	<i>Halimodendron</i> Fisch.	<i>H. halodendron</i> (L.) Voss
	<i>Lespedeza</i> Michx.	<i>L. cytrobotrya</i> Miq.
	<i>Robinia</i> L.	<i>R. luxurians</i> (Dieck) Schneid. <i>R. neo-mexicana</i> Gray <i>R. viscosa</i> Vent.
	<i>Sophora</i> L.	<i>S. japonica</i> L.
	<i>Spartium</i> L.	<i>S. junceum</i> L.
	Loganiaceae Lindl.	<i>Buddleia</i> L.
Oleaceae Lindl.	<i>Fontanesia</i> Labill.	<i>F. fortunei</i> Carr.
	<i>Forestiera</i> Poir.	<i>F. neo-mexicana</i> Gray <i>F. ovata</i> Nakai <i>F. suspensa</i> (Thunb) Vahl. <i>F. x intermedia</i> Zab.
	<i>Fraxinus</i> L.	<i>F. sogdiana</i> Bunge <i>F. syriaca</i> Boiss. <i>F. rhynchophylla</i> Hance.
	<i>Jasminum</i> L.	<i>J. humile</i> L.
	<i>Ligustrina</i> Rupr.	<i>L. amurensis</i> Rupr. <i>L. pekinensis</i> Rupr.
	<i>Ligustrum</i> L.	<i>L. ibota</i> Sieb.

	<i>Syringa</i> L.	<i>S. chinensis</i> Willd. (s. <i>vulgaris</i> × <i>persica</i>) <i>S. hybrida</i> Siev. <i>S. sweginzowii</i> Koechne et Lingelsch. <i>S. komarowii</i> C. K. Schneid. <i>S. prestonae</i> Mc Kelvey <i>S. pubescens</i> Turcz. <i>S. tomentella</i> Bur. et Franch. <i>S. velutina</i> Kom. <i>S. villosa</i> Vahl. <i>S. wolfii</i> S. K. Schneid.
Polygonaceae Juss.	<i>Atraphaxis</i> L.	<i>A. pyrifolia</i> Bunge
	<i>Calligonum</i> L.	<i>C. aphyllum</i> Gurke. <i>C. cartilagineum</i> Pavl. <i>C. eugenii korovinii</i> Pavl. <i>C. junicium</i> (Fisch. et Mey.) <i>C. turbineum</i> Pavl. <i>C. caput-medusae</i> Schrenk <i>C. leucocladum</i> (Schrenk) Bunge <i>C. undulatum</i> Litv.
Rhamnaceae Juss.	<i>Rhamnus</i> L.	<i>R. arguta</i> Maxim. <i>R. pallasii</i> Fisch. et Meu. <i>R. davurica</i> Pall. <i>R. alpina</i> L. <i>R. parvifolia</i> Bunge
	<i>Zizyphus</i> Mill.	<i>Z. jujuba</i> Mill.
Rosaceae Juss.	<i>Amygdalus</i> L.	<i>A. nana</i> L. <i>A. triloba</i> (Lindl.) Ricker.
	<i>Cotoneaster</i> Medic.	<i>C. acutifolius</i> Turcz. <i>C. adpressus</i> Bois. <i>C. allochrous</i> Pojark. <i>C. apiculatus</i> Rehd et Wils <i>C. bullatus</i> Bois. <i>C. cinnabarinus</i> Juz. <i>C. conspicuus</i> Marg. <i>C. dammeri</i> Schneid. <i>C. divaricatus</i> Rehd. et Wils. <i>C. elegans</i> (Rehd. et Wils.) Flinck E. Hylmo <i>C. foveolatus</i> Rehd. et Wils. <i>C. franschetii</i> Boiss. <i>C. horisontalis</i> Dcne. <i>C. glaycophyllus</i> Franch. var. <i>Vestitus</i> W. W. Sm. <i>C. insignis</i> Pojark. <i>C. lactea</i> W. W. Sm. <i>C. moupinensis</i> Franch. <i>C. multiflorus</i> Bunge <i>C. niger</i> (Ehrh.) Fries. <i>C. nitens</i> Rehd. et Wils. <i>C. obscurus</i> Rehd. et Wils. <i>C. tauricus</i> A. Pojark. <i>C. tenuipes</i> Rehd. et Wils. <i>C. tomentosus</i> Lindl. <i>C. uniflorus</i> Bunge <i>C. wardii</i> W. W. Sm.
	<i>Crataegus</i> L.	<i>C. almaatensis</i> Pojark. <i>C. ambigua</i> C. A. Mey. <i>C. aprica</i> Beadle <i>C. arkansana</i> Sarg. <i>C. caucasica</i> C. Koch. <i>C. calycina</i> Peterm. ssp. <i>curvisepala</i> (Lindm.) Franco <i>C. canadensis</i> Sarg. <i>C. chlorosarca</i> Maxim.

Rosaceae Juss.		<i>C. douglasii</i> Lindl. <i>C. granyana</i> Engl. <i>C. ferganensis</i> Pojark. <i>C. nigra</i> Waldst. et Kit. <i>C. pentagyna</i> Waldst et. Kit. <i>C. pensylvanica</i> Achl. <i>C. pringlei</i> Sarg. <i>C. x prunifolia</i> (Poir) Pers. <i>C. remotilobata</i> H. Reik. ex M. Pop. <i>C. transcaspica</i> Pojark.
	<i>Padus</i> Mill.	<i>P. asiatica</i> Kom. <i>P. dahurica</i> Pall. <i>P. grayana</i> Schneid. <i>P. machaleb</i> (L.) Borckh.
	<i>Physocarpus</i> Maxim.	<i>Ph. amurensis</i> Maxim. <i>Ph. capitatus</i> (Pursh.) Ktze. <i>Ph. intermedia</i> (Rydb.) Schneid. <i>Ph. monogynus</i> (Torr.) A. Nelson <i>Ph. ribesifolius</i> Kom.
	<i>Rosa</i> L.	<i>R. acicularis</i> Lindl. <i>R. arvensis</i> Huds. <i>R. amblyotis</i> C. A. Mey. <i>R. beggeriana</i> Schrenk. <i>R. corymbifera</i> Borkh. <i>R. tomentosa</i> Smith <i>R. davidii</i> Crep. <i>R. rubiginosa</i> L. <i>R. fedtschenkoana</i> Regel <i>R. gorinkensis</i> Bess. <i>R. horrida</i> Fisch. ex Crep. <i>R. iliensis</i> Chrshan. <i>R. laxa</i> Retz. <i>R. micrantha</i> Smith <i>R. mollis</i> Smith <i>R. moyesii</i> Hemsl. <i>R. multiflora</i> Thunb. <i>R. ohyodon</i> Boiss. <i>R. pendulina</i> L. <i>R. pisocarpa</i> A. Gray <i>R. nitidula</i> Bess. <i>R. pimpinellifolia</i> L. <i>R. sweginzowii</i> Kochne. <i>R. ussuriensis</i> Juz. <i>R. virginiana</i> Herm.
	<i>Spiraea</i> L.	<i>S. agulegifolia</i> Pall. <i>S. x arguta</i> Zbl. (<i>S. thunbergii</i> × <i>S. multiflora</i>). <i>S. x bumalda</i> Burv. f. Antony Waterer <i>S. x bumalda</i> Burv. (<i>S. japonica</i> × <i>S. albiflora</i>) <i>S. canescens</i> D. Don. <i>S. douglasii</i> Hook. <i>S. expansa</i> Wall. <i>S. catifolia</i> (Ait.) Borckh. <i>S. humilis</i> Pojark. <i>S. menziesii</i> Hook. <i>S. mongolica</i> Maxim. <i>S. stevenii</i> (C. K. Schneid) Rydb. <i>S. trichocarpa</i> Nakai <i>S. trilobata</i> L.

Salicaceae Mirb.	<i>Populus</i> L.	<i>P. ariana</i> Dode. <i>P. candicans</i> Ait. <i>P. densa</i> Kom. <i>P. diversifolia</i> Schrenk. <i>P. euramericana</i> J-214. <i>P. generosa</i> Henry. <i>P. pyramidalis</i> × <i>P. nigra</i> <i>P. pruinosa</i> Schrenk. <i>P. rubrinervis</i> Henry. <i>P. serotina</i> Hartig. <i>P. thevestina</i> Dode.
	<i>Salix</i> L.	<i>S. cinerea</i> L. <i>S. daphnoides</i> Vill. <i>S. dasyclados</i> Vimm. <i>S. euapiculata</i> Nas. <i>S. gracilistyla</i> Mig. <i>S. matsudana</i> Koidz. f. <i>tortuosa</i> Rehd. <i>S. pischpekensis</i> E. Wolf. (<i>S. cinerea</i> × <i>S. purpurea</i>) <i>S. pontederana</i> Willd. <i>S. pulchra</i> Cham. <i>S. purpurea</i> L. × <i>S. stenofila</i> L. <i>S. purpurea</i> f. <i>uralensis</i> hort. <i>S. sibirica</i> Pall. <i>S. siuzewii</i> Seem. <i>S. smithiana</i> Willd. <i>S. longifolia</i> L. <i>S. songarica</i> Anderss. <i>S. tenifolia</i> Turcz. ex E. Wolf. <i>S. turanica</i> Nas. <i>S. wilhelmsiana</i> Bieb. <i>S. przewalskii</i> E. Wolf <i>S. acuminata</i> Koch <i>S. babylonica</i> L. <i>S. blakii</i> Goerz
Hydrangeaceae Dumort.	<i>Deutzia</i> Thunb.	<i>D. mollis</i> Duthis
	<i>Philadelphus</i> L.	<i>Ph. incanus</i> Koehne <i>Ph. lewisii</i> var. <i>gordonianus</i> Lindl. <i>Ph. magdalenae</i> Koehne <i>Ph. hirsutus</i> Nutt. <i>Ph. pekinensis</i> Rupr. <i>Ph. schrenkii</i> Rupr. et Maxim. <i>Ph. x lemoinei</i> Albatre <i>Ph. x lemoinei</i> Mont Blanc <i>Ph. purpurascens</i> (Koehne) Rehd. <i>Ph. ratinesguianus</i> hort <i>Ph. tenuifolius</i> Rupr. et Maxim.
Simarubaceae Lindl.	<i>Ailanthus</i> Desf.	<i>A. altissima</i> (Mill.) Swingle <i>A. giraldii</i> Dode
Solanaceae Juss.	<i>Lycium</i> L.	<i>L. barbarum</i> L. <i>L. dasystemum</i> Pojark. <i>L. ruthenicum</i> Murr. <i>L. flexicaule</i> Pojark. <i>L. halimifolium</i> Mill. <i>L. chinense</i> Mill.
Tamaricaceae Lindl.	<i>Tamarix</i> L.	<i>T. androssowii</i> Litv. <i>T. bungei</i> Boiss. <i>T. elongata</i> Ledeb. <i>T. hohenackeri</i> Bunge <i>T. leptostachys</i> Bunge <i>T. litwinowii</i> Gorschk. <i>T. meyeri</i> Boiss. <i>T. ramosissima</i> Ledeb.

Tiliaceae Juss.	<i>Grewia</i> L.	<i>G. biloba</i> G.Don <i>G. parviflora</i> Bunge
	<i>Tilia</i> L.	<i>T. mongolica</i> Maxim. <i>T. heterophylla</i> Vent. <i>T. tomentosa</i> Moench
Cupressaceae Bartl.	<i>Junipems</i> L.	<i>J. horizontalis</i> Moench <i>J. polycarpus</i> Koch
	<i>Thuja</i> L.	<i>Th. occidentalis</i> «Spiralis» <i>Th. occidentalis</i> «Compasta»

Таблица 8.2 – Перечень видов древесных растений, не рекомендуемых для городского и сельского озеленения Саратовской области в связи с их инвазионностью

Семейства	Роды	Виды
Aceraceae Juss.	<i>Acer</i> L.	<i>A. negundo</i> L.
Oleaceae Hoffmngg. etLink	<i>Fraxinus</i> L.	<i>F. pennsylvanica</i> Marsh.
	<i>Syringa</i> L.	<i>S. vulgaris</i> L.
Rosaceae Adans.	<i>Amelanchier</i> Medic.	<i>A. alnifolia</i> (Nutt.) Nutt.
	<i>Prunus</i> L.	<i>P. cerasus</i> L.
		<i>P. cerasifera</i> Ehrh.
	<i>Malus</i> Mill.	<i>M. baccata</i> (L.) Borkh.
		<i>M. prunifolia</i> (Willd.) Borkh.
	<i>Rosa</i> L.	<i>R. rugosa</i> Thunb.
		<i>R. glauca</i> Pourr.
		<i>R. spinosissima</i> L.
	<i>Cotoneaster</i> Medic.	<i>C. lucidus</i> Schltld.
	<i>Spiraea</i> L.	<i>S. media</i> Fr. Schmidt.
		<i>S. salicifolia</i> L.
	<i>Cerasus</i> Juss.	<i>C. tomentosa</i> (Thunb.) Wall.
	<i>Crataegus</i> L.	<i>C. monogyna</i> Jacq.
<i>Sorbaria</i> A. Br.	<i>S. sorbifolia</i> (L.) A. Br.	
<i>Physocarpus</i> Maxim.	<i>Ph. opulifolius</i> (L.) Maxim.	
<i>Padus</i> Mill.	<i>P. maackii</i> (Rupr.) Kom.	
<i>Aronia</i> Medik	<i>A. melanocarpa</i> (Michx.) Elliott.	
Caprifoliaceae Juss.	<i>Symphoricarpos</i> Duhamel	<i>S. albus</i> (L.) S.F.Blake
	<i>Lonicera</i> L.	<i>L. caprifolium</i> L.
	<i>Viburnum</i> L.	<i>V. lanitana</i> L.
	<i>Sambucus</i> L.	<i>S. racemosa</i> L.
Berberidaceae Juss.	<i>Berberis</i> L.	<i>B. vulgaris</i> L.
	<i>Mahonia</i> Nutt.	<i>M. aquifolium</i> (Pursh.) Nutt.
Saxifragaceae DC.	<i>Ribes</i> L.	<i>R. rubrum</i> L.
		<i>R. aureum</i> Pursh.
Leguminosae Juss.	<i>Caragana</i> Lam.	<i>C. arborescens</i> Lam.
	<i>Amorpha</i> L.	<i>A. fruticosa</i> L.
	<i>Robinia</i> L.	<i>R. pseudoacacia</i> L.
Elaeagnaceae Adans.	<i>Elaeagnus</i> L.	<i>E. angustifolia</i> L.
	<i>Hyppophae</i> L.	<i>H. rhamnoides</i> L.
Cornaceae Dumort.	<i>Cornus</i> L.	<i>C. alba</i> L.
		<i>C. sanguinea</i> L.
Ulmaceae Mirb.	<i>Ulmus</i> L.	<i>U. pumila</i> L.
Salicaceae Mirb.	<i>Populus</i> L.	<i>P. balsamifera</i> L.
		<i>P. simonii</i> Carr.
Fagaceae Dumort.	<i>Quercus</i> L.	<i>Q. rubra</i> L.
Vilaceae Juss.	<i>Parthenocissus</i> Planch.	<i>P. quinquefolia</i> (L.) Planch.