

На правах рукописи

Герасимова Анастасия Андреевна

**ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ Г. ТЮМЕНИ**

03.02.08 – экология (биология)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Тюмень – 2015

Работа выполнена на кафедре ботаники, биотехнологии и ландшафтной архитектуры Института биологии ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор,
Боме Нина Анатольевна

Официальные оппоненты: **Чернышенко Оксана Васильевна,**
доктор биологических наук, профессор,
зав. кафедрой ботаники и физиологии
растений Московского государственного
университета леса

Шепелева Людмила Федоровна,
доктор биологических наук, профессор,
зав. кафедрой ботаники и экологии растений
Сургутского государственного университета

Ведущая организация: **Филиал ВНИИЛМ «Сибирская лесная
опытная станция»**

Защита диссертации состоится «26» июня 2015 г. в 13-00 на заседании диссертационного совета Д 220.064.02 при Государственном аграрном университете Северного Зауралья по адресу:

625003, г. Тюмень, ул. Республики, д. 7.

Тел./факс: (3452) 46-87-77; E-mail: dissTGSNA@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного аграрного университета Северного Зауралья и на сайте <http://www.tsaa.ru>

Автореферат разослан «30» апреля 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат с.-х. наук

Литвиненко Н.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. На протяжении последних десятилетий отмечены постоянно меняющиеся экологические условия окружающей среды, связанные с абиотическими процессами. Оценить эти воздействия можно по фенологическим данным развития растений, содержащим информацию о механизмах влияния на растение внешних модифицирующих факторов (Владимиров, Микулина, 1986; Владимиров, 1999; Воскресенская, 2004; Кузнецова, 2014). Несмотря на разнообразные ботанические исследования юга Тюменской области, практически отсутствуют данные по изучению сезонной ритмики древесно-кустарниковой растений на урбанизированных территориях.

Проведение фенологического экомониторинга необходимо для понимания реакции древесно-кустарниковой растительности на абиотические и биотические факторы окружающей среды, а также для структурных и функциональных характеристик аборигенных и интродуцентных видов.

Цель исследования – изучение особенностей сезонного развития аборигенной и интродуцентной дендрофлоры г. Тюмени с применением метода экологического мониторинга, формирование базы данных для комплексной оценки состояния озеленения в городской среде.

Задачи:

1. Изучить сезонное развитие аборигенных (*Betula pendula* Ehrh., *Tilia cordata* Mill., *Larix sibirica* Ledeb., *Malus baccata* L., *Sorbus aucuparia* L., *Padus avium* Mill.) и интродуцентных (*Quercus robur* L., *Acer platanoides* L., *Acer negundo* L., *Acer ginnala* Maxim., *Syringa josikae* Jacq., *Syringa vulgaris* L.) видов древесно-кустарниковых растений г. Тюмени по срокам наступления и продолжительности фенологических фаз.

2. Изучить влияние температурного фактора на сезонное развитие растений в различных административных округах г. Тюмени.

3. Определить зависимость прохождения фенологических фаз древесно-кустарниковых растений от температурного фактора.

4. На основе комплексной оценки выявить виды, обладающие высокими адаптивными свойствами в условиях городской среды.

5. Создать единую базу данных фенологического мониторинга для оценки состояния растений, используемых в озеленении населенных пунктов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Сроки наступления и продолжительность фенологических фаз древесно-кустарниковых растений являются биоиндикаторами климатических и антропогенных изменений в городской среде.

2. Интродуцентные виды отличаются более поздними сроками весенних фаз развития (на 3-8 суток), имеют более длительный период вегетации (174-233 суток), по сравнению с аборигенными видами (166-227 суток).

3. Многолетний фенологический мониторинг, включающий сбор и обобщение первичной информации, формирование базы данных, позволяет дать

оценку происходящих изменений в сезонной ритмике растений в городской среде и рекомендовать виды для озеленения.

Научная новизна. Получены новые данные о развитии древесно-кустарниковых растений в г. Тюмени на основе многолетних фенологических наблюдений (2006-2012 гг.). Составлено 93 феноспектра (для 12 видов за 7 лет), изучена сезонная динамика аборигенных и интродуцентных видов растений, выявлены их феноаномалии.

Показано, что различия между аборигенными и интродуцентными видами растений по срокам наступления и продолжительности фенологических фаз зависят от метеорологических и антропогенных факторов окружающей среды. На основе корреляционного анализа выявлена существенная зависимость сроков наступления фенофаз (рост побегов, раскрытие почечных чешуй, цветение, образование плода) и продолжительности фенофаз (набухание почек, развитие листовой пластиинки, развитие плода) от суммы активных температур.

Практическая значимость. Создан программный комплекс для ЭВМ Geomotion GEC (№2014661223, 2014), позволяющий оценить экологическую ситуацию в городской среде по состоянию зеленых насаждений и разработать комплекс мероприятий по охране озелененных территорий.

Полученные данные могут быть рекомендованы Департаменту городского хозяйства Администрации города Тюмени, для подбора ассортимента древесно-кустарниковых растений и размещения на территории города с учетом антропогенной нагрузки.

В методику фенологических наблюдений в ботанических садах СССР (1979) предлагается внести дополнения по регистрации фенологических фаз и построению феноспектров с учетом особенностей роста и развития растений.

Результаты исследования и методические подходы по фенологическому мониторингу зеленых насаждений могут быть использованы в учебном процессе для студентов вузов, обучающихся по направлениям: Биология, Ландшафтная архитектура.

Апробация работы. Основные результаты исследований доложены на Международной конференции «Урбоэкосистемы» (Ишим, 2008), Международной конференции «Беккеровские чтения» (Волгоград, 2010), научно-практической конференции «Человек и Север: антропология, археология, экология» (Тюмень, 2010, 2015), конкурсе «Региональная научно-практическая конференция молодых инноваторов» (Тюмень, 2012, 2013, 2014), Международной конференции «Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов» (Тюмень, 2012, 2014), форуме Уральского федерального округа «УТРО – Урал территория развития» (Челябинская обл., Карагайский бор, 2014), заседании Тюменского отделения Русского ботанического общества (Тюмень, 2015).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 18 печатных работ, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (№2014615973/69).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, библиографического списка, включающего 238 наименований, из них 22 на иностранном языке. Работа изложена на 273 странице машинописного текста, содержит 83 рисунка и 78 таблиц в приложении.

Личный вклад автора состоит в аналитическом обзоре литературы, выборе объектов, разработке программы, проведении полевых исследований, в обработке, анализе, интерпретации и обобщении результатов.

Благодарности. Автор выражает благодарность и признательность научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Н.А. Боме и консультанту, кандидату биологических наук М.В. Семеновой за помощь в подготовке диссертации и участие в обсуждении результатов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение

Обоснована актуальность работы, поставлена цель исследования, сформулированы задачи, определены научная новизна и практическая значимость, сформулированы положения, выносимые на защиту.

1 Обзор литературы

Анализируются литературные данные, отражающие основные этапы развития фенологического мониторинга и факторы, влияющие на развитие растений (Преображенский и др., 1948; Коновалов, 1953; Шнелле, 1961; Серебряков, 1968; Бейдеман, 1974). Дан анализ роли и функции зеленых насаждений в улучшении городской среды (Шиголев и др., 1949; Шульц, 1981; Фокина и др., 2013; Федотова и др., 2014), а также загрязняющих веществ атмосферного воздуха (Клюева, 2002; Луканин и др., 2003; Сокольская, 2004).

2 Характеристика района исследования

Тюмень – административный центр Тюменской области, расположен в подтаежной зоне умеренного пояса, на которую приходится климатический оптимум Западно-сибирской равнины. В главе дана общая информация о природных условиях г. Тюмени и Тюменской области (географическое положение, климат, почвы, растительность), распределение техногенной нагрузки и загрязняющих веществ, значение зеленых насаждений.

3 Объекты и методика исследований

Исследования проведены в 2006-2012 гг. на кафедре ботаники, биотехнологии и ландшафтной архитектуры ТюМГУ.

Объекты исследований - 6 аборигенных видов древесно-кустарниковых растений (берёза бородавчатая, липа сердцевидная, лиственница сибирская, яблоня ягодная или сибирская, рябина обыкновенная, черёмуха обыкновенная) и 6 интродуцентных видов (дуб черешчатый, клён остролистный, клён ясенелистный, клён приречный, сирень венгерская, сирень обыкновенная).

Изучение древесно-кустарниковых растений проводили в 4-х административных округах г. Тюмени: Восточном, Ленинском, Центральном, Калининском, всего обследована 21 точка на территории города. Фенологический мониторинг проводили маршрутным методом (Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР, 1979). По ходу маршрута для определения сроков наступления фенологических фаз выбиралось 10-25 модельных растений каждого вида, всего обследовано 260 растений. Растения выбирались случайно, им присваивался индивидуальный номер с указанием места нахождения, наблюдения проводили за строго определёнными экземплярами. Фенологические наблюдения проводили 2-3 раза в неделю в период вегетации (от начала набухания почек до опадения листьев); феноаномалии учитывали на протяжении всего календарного года.

По проявлению сезонных изменений растений, учтены следующие фенологические фазы: Пч1 – чешуйки, прикрывающие почку, начали раздвигаться, между ними видна светлая полоса; Пч2 – чешуйки расходятся, появляется кончик молодого листа; Пб1 – полностью появляется молодой побег; О1 – у основания зеленого побега образуется молодая кора; О2 – кора покрывает весь побег; Л1 – первый сморщеный лист; Л2 – листья появились полностью, но не расправились (начало зеленения); Л3 – появление первых развернувшихся листьев; Л4 – осеннее окрашивание листьев; Л5 – опадение листьев; Ц1 – цветочные почки крупнее лиственных; Ц2 – чешуйки, прикрывающие почку расходятся, из верхушки появляются молодой бутон; Ц3 – из пазухи листьев или цветочной почки заметен выход бутонов; Ц4 – у представителей вида распустилось 50% цветков; Ц5 – опадение соцветий; Пл1 – опадение венчиков у единичных цветков; Пл2 – образовавшиеся плоды достигли величины зрелых; Пл3 – плоды приобретают характерную окраску; Пл4 – опадение плодов (Преображенский, 1948; Шульц, 1966; Бейдеман, 1974; Александрова, 1979).

Для дальнейшей статистической обработки эмпирические данные переводили в условные числа с использованием таблицы Ф. Шнелле (Зайцев, 1984). По данным фенологического мониторинга построены фенологические спектры.

В течение трех лет (2009-2011) изучалось сезонное развитие древесно-кустарниковых растений в районах, расположенных в Восточном, Ленинском, Центральном, Калининском АО г. Тюмени, и испытывающих антропогенную нагрузку (скверы, парки и улицы с повышенной концентрацией СО₂, NO₂, формальдегида и сажи). Контролем служили деревья на 23 км Велижанского тракта (превышение ПДК загрязняющих веществ воздуха не обнаружено).

4 Результаты исследований и их обсуждение

4.1 Фенологические наблюдения за аборигенными видами древесно-кустарниковых растений. Аборигенные виды растений, относились к 4 семействам: сосновые (*Pinaceae* Lindl.), розоцветные (*Rosaceae* Juss.), липовые (*Tiliaceae* Juss.), берёзовые (*Betulaceae* L.).

В сезонной динамике аборигенных видов растений выявлены существенные различия, представленные на фенологических спектрах (рис. 1).

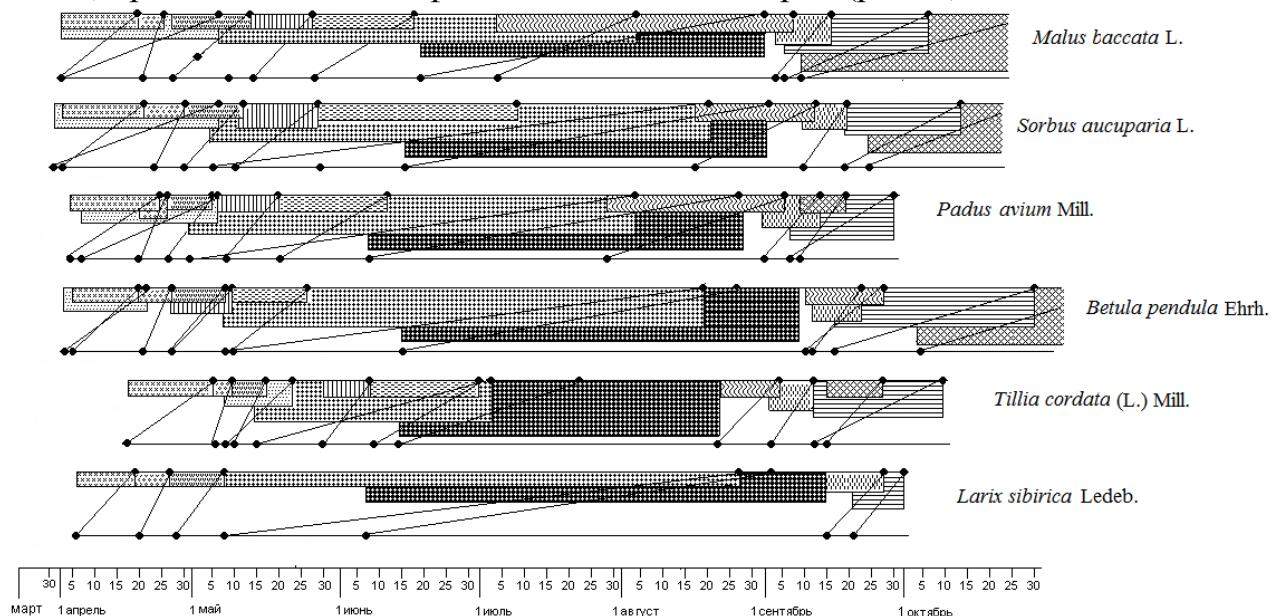


Рисунок 1 - Фенологические спектры аборигенных видов растений (2006-2012 гг.).

Примечание:

Яблоня сибирская (*Malus baccata* L.) относится к одному из ведущих семейств *Rosaceae*, используемых в озеленении территории г. Тюмени. Набухание вегетативных и генеративных почек (2006-2012 гг.) начиналось на 32 сутки (первая декада апреля), при сумме активных температур 18-26°C. Позднее набухание почек отмечено в 2006 г. (10-15 апреля), что связано с нехарактерными для данного периода года отрицательными температурами воздуха (до -8°C). Фаза ПЧ₂ наблюдалась по усредненным данным 26 апреля. Развитие листовой пластиинки проходило с конца апреля по I декаду мая, в течение 7-13 суток. Цветение яблони началось на 76 сутки (15 мая), сумма активных температур достигала 236-428°C. Раннее цветение отмечено в 2008 г., позднее - в 2006 и 2009 гг. Формирование и созревание плодов протекало в течение 2-3 месяцев. Начало осенних фаз у большинства деревьев началось в I, начале II декады сентября. На центральных магистралях города, осенняя окраска листьев появлялась в III декаде августа.

Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) характеризуется высокой декоративностью, зимостойкостью, неприхотливостью и в условиях г. Тюмени используется в одиночных и групповых посадках скверов, бульваров и парков.

Фенологическое развитие рябины начиналось в среднем на 34 сутки (3 апреля), распускание вегетативных почек – на 54 сутки (23 апреля), сумма активных температур в этот период составляла 100-190°C. Появление зеленого конуса (Л₁) в годы исследований, за исключением 2009 г., отмечалось в конце III декады апреля. В 2009 г. в связи с понижением температуры воздуха в конце апреля – начале мая до 2-3°C, наблюдались более поздние даты наступления фазы

(5-8 мая), что привело к задержке развития листовой пластинки на 10 суток. Начало цветения приходилось на конец апреля – начало мая. Длительность периода развития и созревания плодов достигала 2-3 месяца. В 2008 г. (6-10 сентября) зафиксировано повторное зацветание рябины на площади 400-летия Тюмени и ул. Мельникайте; феноаномалия связана с погодными условиями. После непродолжительной засухи в начале августа, отмечены обильные осадки ($R=174$ мм) на фоне повышенной температуры воздуха.

Черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.). На территории г. Тюмени растения данного вида часто представлены кустом высотой 4-6 м и в основном используются для озеленения придомовых территорий, реже встречаются в садах, скверах и парках. Вегетация (Пч1) начиналась на 36 сутки (I декада апреля), при установлении среднесуточной температуры воздуха выше 5°C , продолжительность фазы 13-20 суток. В 2006 г. отмечены более поздние сроки фазы (10-14 апреля), что связано с затяжной и холодной весной. Сроки раскрытия почечных чешуй варьировали от 2 до 7 суток, при поздней вегетации период удлинялся на 5 суток. Полное развитие листовой пластинки отмечено на 57-78 сутки (26 апреля-17 мая). В 2008-2009 гг. понижение температуры воздуха в начале мая до $2-3^{\circ}\text{C}$ способствовало задержке фаз Л₂ и Л₃ в среднем на 10 суток. Фаза Ц₄ была в конце апреля – начале мая. Начало созревания плодов происходило на 151 сутки (29 июля), созревание длилось 17-53 суток в зависимости от места произрастания. Появление первых окрашенных листьев (Л₄) начиналось в конце августа (21-28) – начале сентября (2-5), опадение листьев – в I декаде сентября, окончание – в I декаде октября.

Береза повислая или бородавчатая (*Betula pendula* Ehrh.) относится к одному из распространенных семейств *Betulaceae* L. в г. Тюмени и встречается практически на всех улицах и скверах города. Вегетация деревьев начиналась при установлении положительных температур воздуха в пределах $4-7^{\circ}\text{C}$, в среднем на 36 сутки (5 апреля). Фаза Пч₂ наблюдалась 21 апреля, продолжительность 4-7 суток. Поздние сроки фазы отмечены в 2006 г. (25-27 апреля), тогда как в 2007, 2008, 2011 гг. фазу фиксировали на 7-14 суток раньше. Развитие листовой пластинки (Л₁, Л₂) начиналось 4-8 мая, размеры взрослого листа (Л₃) отмечены к концу I декады мая (на 69 сутки). Период цветения совпадал с распусканьем листьев. В среднем за годы исследований зацветание (Ц₄) происходило на 53 сутки (22 апреля). Начало периода зацветания наблюдали с III декады апреля до начала мая, продолжительность цветения равна 13-15 суток. Начало созревания плодов (Пл₃) было 6-12 сентября. Фенологических аномалий не было.

Липа сердцевидная (*Tilia cordata* (L.) Mill.) По усредненным данным весеннее развитие липы начиналось при установлении положительных температур выше $4-9^{\circ}\text{C}$, на 49 сутки (18 апреля). Раннее развертывание почечных чешуй (Пч₂) отмечено в 2006 г. на 79-82 сутки (18-21 мая), на 8-14 суток раньше по сравнению с другими годами. Листья появлялись на 72 сутки (11 мая), развитие листовой пластинки (Л₁, Л₂ и Л₃) наблюдалось 7-16 мая, развитие до размеров взрослого

листа продолжалось 4-9 суток. Цветение отмечалось во II декаде мая, продолжительность цветения 13-25 суток. Развитие плодов протекало в течение одного месяца, начало созревания (плод окрашивался в коричневый цвет) 10-28 августа. Расцвечивание (Л4) и опадение листьев (Л5) начинались в начале I и II декад сентября.

Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Lebed.) По данным многолетних наблюдений набухание вегетативных почек происходило в среднем на 36 сутки (5 апреля), при установлении положительных температур выше 3-5°C. Развитие весенних фаз зависит от температурного фактора. Так в 2006 г. при отрицательных значениях температуры воздуха до середины апреля, фазы набухания вегетативных почек фиксировали с 12 по 15 апреля, тогда как в последующие годы наблюдений Пч1 отмечали на 5-12 суток раньше (30 марта - 9 апреля). Появление зеленого конуса (Пч2н) наблюдалось на 51 сутки (20 апреля), завершение фазы развертывания хвои (Пч2к) – 23 апреля - 5 мая. Приобретение хвоей величины взрослых листьев, наступало при температуре воздуха от 10 до 13°C, на 63 сутки (2 мая). Начало роста лиственницы в высоту (Пб1) наблюдалось в конце III декады апреля – I декады мая. В июне-июле растения характеризовались наиболее активным ростом. Признаки осеннего окрашивания хвои (Л4) видны в середине сентября при снижении температуры воздуха до 5-8°C. Опадение листьев происходило при отрицательной температуре (-2-3°C), в конце октября – начале ноября. Визуально отмечена фаза плодоношения, количество плодоносящих деревьев составила 63- 82%.

Влияние температурного фактора на сезонное развитие аборигенных видов древесно-кустарниковых растений.

На основании корреляционного анализа определена зависимость прохождения фенологических фаз растений от суммы активных температур (рис. 2). По усредненным фенологическим датам установлено, что сильной корреляцией ($R=0,7-0,9$) с температурным фактором характеризуются фазы: Пб2, Ц2, Ц4, Ц5, Пл1. Для фаз: Пч1н, Пч1к, Пб2н, Пб2к, Пб1, О1, Л1, Л2, Л3; для Ц3, Пл2, Плзн выявлена средняя зависимость ($R=0,5-0,7$) от теплообеспеченности. Слабая ($R=0,3-0,5$) и очень слабая ($R=0,1-0,3$) связь между сроками наступления и

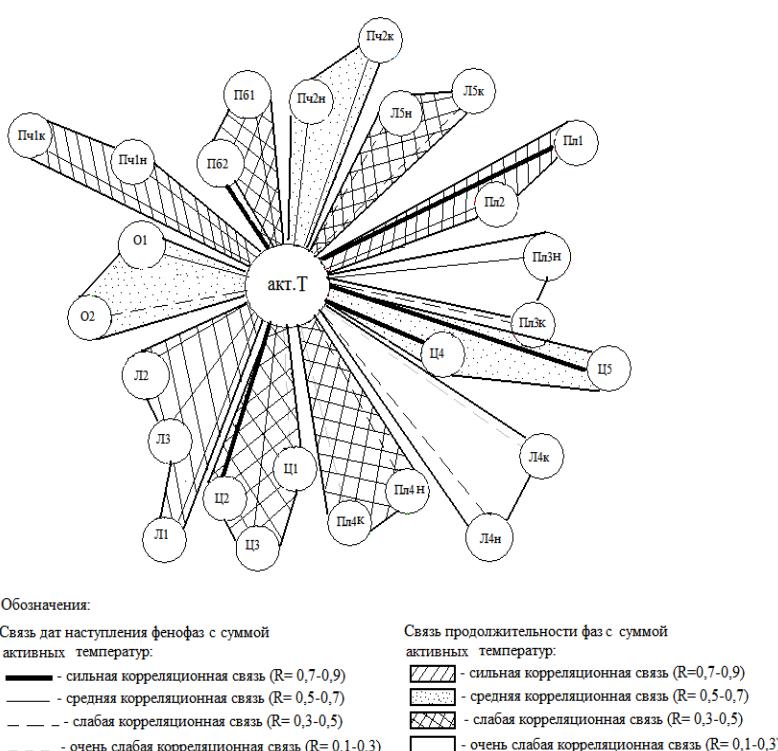


Рисунок 2 - Зависимость сроков наступления и продолжительности фенологических фаз аборигенных видов от суммы активных температур (2006-2012 гг.).

прохождения этапов онтогенеза и температурой характерна для фаз: О₂, Л_{4н}, Л_{5н}, Л_{5к}, Пл_{3к}, Пл_{4н}, Ц₁, Пл_{4к}, Л_{4к}. Реакция аборигенных видов растений на температурный фактор в разные периоды развития была неоднозначной. Высокая корреляция ($R=0,7-0,9$) между показателями температуры воздуха и продолжительностью этапов развития выявлена в фазах: Пч_{1н} и Пч_{1к}, Л₁, Л₂ и Л₃, Пл₁ и Пл₂, средняя ($R= 0,5-0,7$) - в фазах: Пч_{2н} и Пч_{2к}, О₁ и О₂, Ц₄ и Ц₅, слабая связь ($R=0,3-0,5$) отмечена в Пб₁ и Пб₂, Л_{5н} и Л_{5к}, Пл_{4н} и Пл_{4к}, Ц₁, Ц₂ и Ц₃, очень слабая ($R=0,1-0,3$) - Пл_{3н} и Пл_{3к}, Л_{4н} и Л_{4к}.

Сезонное развитие аборигенных древесно-кустарниковых растений в различных экологических условиях. Наблюдения проводились в 2009-2011 гг. в разных районах г. Тюмени (парки, скверы, улицы) с учетом антропогенной нагрузки и за пределами города (23 км Велижанского тракта) (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительная оценка аборигенных видов древесно-кустарниковых растений по сезонному развитию в городе и окрестностях (2009-2011 гг.)

Виды растений		Пч _{1н}	Пч _{1к}	Пч _{2н}	Пч _{2к}	Л ₁	Л ₃	Л ₄	Л ₅	Ц ₄	Ц ₅	Пл ₃	Пл ₄
<i>M. baccata</i> L.	1	+2	+1	+1	+2	+3	+1	+4	-2	+1	+1	+2	-1
	2	-6	-4	-5	-4	-2	-4	-4	-1	-4	-3	-9	-3
<i>S.aucuparia</i> L.	1	0	+1	+2	+2	+1	+4	+4	+3	+1	+4	+2	+8
	2	-8	-4	-3	-2	-2	-4	-2	-4	-3	-2	-3	-9
<i>P. avium</i> Mill.	1	+2	+1	+1	+2	+3	+2	+1	+2	+2	+2	+2	+2
	2	-6	-5	-5	-7	-4	-7	-2	-4	-3	-9	-3	-6
<i>B.pendula</i> Ehrh.	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+1	+1	+1	+2
	2	-3	-4	-4	-2	-5	-5	-3	-6	-7	-6	-12	-10
	2	-3	-4	-4	-2	-5	-5	-3	-6	-7	-6	-12	-10
<i>T. cordata</i> (L.) Mill.	1	+1	0	+1	+2	-1	+1	+1	+2	+10	+7	0	-2
	2	+1	-1	-2	-2	-3	-1	-1	-7	-11	-9	-1	-1
<i>L. sibirica</i> Ldeb.	1	-1	+1	+2	+1	0	+2	+2	+7	-	-	-	-
	2	-3	-6	-4	-3	+2	-3	-5	-8	-	-	-	-

Примечание: 1 – город; 2 - контроль

-  – ранние сроки прохождения фенофаз;
-  – прохождение фенофаз без явных изменений;
-  – поздние сроки прохождения фенофаз.

В условиях городской среды по средним данным пунктов наблюдения фенофазы наступали на 2 суток раньше по сравнению с контрольным участком. Периоды ускоренного развития (4-10 суток) на территории города различались в зависимости от видовой принадлежности растений: *M. baccata* - Л₄; *T. Cordata* - Ц₄ и Ц₅; *S.aucuparia* – Пл₄, Л₃, Л₄, Л₅; *P. avium* – Л₁. В контроле задержка всех фаз сезонного развития составляла 2-3 суток.

Поздние сроки развития (на 6-12 суток) характерны для следующих фаз: Пч_{1н} (*M. baccata*, *S.aucuparia*, *P. avium*), Пч_{1к} (*L. sibirica*), Пч_{2к} и Л₃ (*P. avium*), Л₅ (*B.pendula*, *T. cordata*, *L. sibirica*), Ц₄ (*T. cordata*, Ц₅ (*P. avium*, *B.pendula*, *T. cordata*, Пл₃ и Пл₄ (*S.aucuparia*, *B.pendula*). Более позднее прохождение фенофаз на контрольном участке связано с температурным фактором (на 2-3°C ниже по сравнению с городом), и менее выраженной антропогенной нагрузкой.

4.2 Фенологические наблюдения за интродуцентными видами древесно-кустарниковых растений. Сезонное развитие 6 интродуцентных видов древесно-кустарниковых растений, относящихся к 3 семействам: буковые (*Fagaceae* L.), кленовые (*Aceraceae* Juss.) и масличные (*Oleaceae* Link.), представлено на фенологических спектрах (рис. 3).

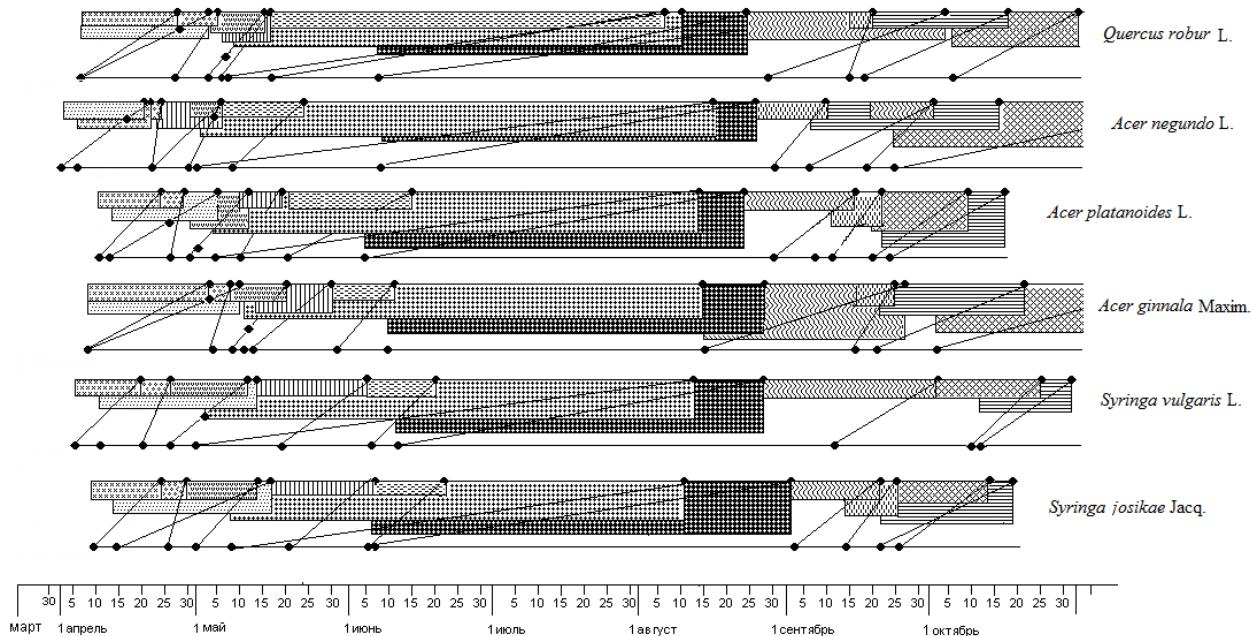


Рисунок 3 - Фенологические спектры интродуцентных видов растений (2006-2012 гг.).

Примечание:

- | | | | | | |
|---|---|----|--|----|---------------------|
| 1 | xxxxx - ПЧ ₁ | 6 | - ПЛ ₄ | 11 | - ПЛ ₃ |
| 2 | - ПЧ ₂ | 7 | - ПЛ ₅ | 12 | - ПЛ ₄ |
| 3 | - ПБ ₁ →ПБ ₂ | 8 | - Ц ₁ →Ц ₂ →Ц ₃ | 13 | - ПЧ _{1/2} |
| 4 | - О ₁ →О ₂ | 9 | - Ц ₄ →Ц ₅ | 14 | - ПЧ _{1/3} |
| 5 | - ПЛ ₁ →ПЛ ₂ →ПЛ ₃ | 10 | - ПЛ ₁ →ПЛ ₂ | | |

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) на территории г. Тюмени встречается достаточно редко и составляет менее 1% от площади озеленения. По усредненным данным за 2006-2012 гг. вегетация начиналась на 39 сутки (8 апреля) при установлении температуры воздуха выше 6°C. В 2006 г. из-за затяжной весны деревья выходили из состояния покоя (фаза ПЧ1) на 43-47 сутки (14-16 апреля). Распускание вегетативных почек началось в среднем на 65 сутки (4 мая) и продолжалось 8-18 суток, при сумме активных температур 182-214°C. В период 2-5 мая (сумма активных температур 209-261°C) началось развитие листовой пластиинки, и на 77 сутки (16 мая) она достигала размеров взрослого листа. В течение 2-2,5 месяцев формировались и развивались плоды, при этом начало созревания наблюдалось в конце III декады августа (21-25) – I декаде сентября (9-10). Начало осенних фаз (появление окрашенных листьев) наступало в среднем на 199 сутки (15 сентября). Опадение листьев завершалось в конце октября – начале ноября.

Клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) широко распространен на центральных улицах, скверах и парках г. Тюмени. Вегетация начиналась с набухания вегетативных и генеративных почек на 33-37 сутки (2-6 апреля), при среднесуточной температуре воздуха 2-3°C. Разворачивание почечных чешуй наступало при значительных колебаниях суммы активных температур (87-137°C).

В 2006 г. фенофаза отмечена только на 58-61 сутки (27-30 апреля), т.е. на 6-17 суток позже по сравнению с другими годами. Появление зеленого конуса на конце почки (L_1) происходило 22-28 апреля. Набухание и развертывание генеративных почек по сравнению с вегетативными наступало на 2-5 суток раньше. Для клена характерно очень раннее цветение (22 апреля), продолжительностью 11-19 суток. В середине сентября отмечалось созревание плодов, сумма активных температур $1962-2473^{\circ}\text{C}$. Окончание вегетации завершалось полным пожелтением листьев в середине октября.

Клен остролистный (*Acer platanoides* L.) редко встречается в озеленении г. Тюмени, хотя среди лиственных пород является перспективным с точки зрения создания благоприятной санитарно-гигиенической среды. В годы исследования вегетация начиналась на 42 сутки (11 апреля), при среднесуточной температуре воздуха $4-7^{\circ}\text{C}$, продолжались весенние фазы 15-20 суток. Разница между началом и окончанием фенологических весенних фаз достигала 20 суток, что указывает на значительную реакцию вида на факторы окружающей среды. На 57 сутки (26 апреля) наблюдалось распускание вегетативных и генеративных почек, в начале III декады апреля начинались фазы Pч_2 и Ц_2 . Начало, реже середина мая характеризовалось одновременным распусканьем листьев и цветением. Для созревания плодов в сентябре необходимо 11-23 суток. Первые окрашенные листья на деревьях появлялись в I-II декаде сентября (на 196 сутки), полное пожелтение листьев приходилось на середину сентября, опадение продолжалось 30 суток до 10-21 октября, при среднесуточной температуре воздуха $3-8^{\circ}\text{C}$.

Клен приречный (*Acer ginnala* Maxim.). Сезонное развитие начиналось при установлении положительных температур воздуха выше $8-10^{\circ}\text{C}$ (8 апреля). Фенофаза Pч_2 отмечалась в период с 28 апреля по 9 мая, продолжалась 2-7 суток. К середине мая наблюдалось начало развития листовой пластинки, которая на 82 сутки (21 мая) достигала размеров взрослого листа. В конце апреля – начале мая начиналось цветение и достигало максимума 8-15 мая, сумма активных температур в этот период варьировала по годам от 280°C до 416°C , окончание фазы – III декада мая – I декада июня. Развитие и созревание плодов протекало в течение 3-4 месяцев (начало – август, окончание – 11-23 сентября). Осенние фазы характеризовались окрашиванием (12-22 сентября) и опадением листьев (III декада октября, температура воздуха ниже 0°C).

Сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.) составляет 3,6% от видового разнообразия древесно-кустарниковой флоры города. Вегетация растений, характеризующаяся набуханием вегетативных и генеративных почек, в среднем по годам наблюдений начиналась на 36-42 сутки (I декада апреля, сумма активных температур $22-55^{\circ}\text{C}$). Вегетативные почки распускались на 52 сутки, продолжительность фазы составляла 3-7 суток. Относительно быстрым (25 апреля - 4 мая) было развитие листовой пластинки. Выявлены различия в прохождении фазы цветения растений сирени в различные по проявлению метеорологических факторов годы. Ранние сроки (13-14 мая) отмечены в 2008, 2009 и 2012 гг.,

поздний срок (26 мая) – в 2006 г., в среднем за годы исследования – 19 мая (на 80 сутки). Завершение цветения наблюдалось 29 мая-17 июня (на 90-102 сутки). Созревание плодов начиналось с 5 по 19 сентября, окончание - I декада октября. У данного вида отсутствует окрашивание листьев, поэтому из осенних фаз фиксировалось только опадение листьев (27 сентября – 15 октября, температура воздуха 3-5°C). В 2006 г. (7 ноября) и 2008 г. (12 декабря), при повышении среднесуточной температуры до 5°C и 3°C соответственно, наблюдалось повторное набухание и развертывание почечных чешуй.

Сирень венгерская (*Syringa josikaea* Jacq.) в целом характеризовалась относительно ранним прохождением весенних фенологических фаз развития, но выявленные различия в годы наблюдений свидетельствуют о специфической реакции вида на условия среды. В 2006 г. зафиксированы поздние сроки весеннего развития (14-18 апреля), в 2007-2009 гг. набухание вегетативных почек отмечалось раньше (2-10 апреля). Средние даты распускания вегетативных почек и обособления первого листа отмечены с 27 апреля по 5 мая, (сумма активных температур 109-191°C). Размеры взрослого листа фиксировали на 75 сутки (14 мая). Начало набухания генеративных почек происходило на 6-12 суток позднее, чем вегетативных. Бутонизация отмечалась 12-25 мая, цветение продолжалось с 16 по 28 мая. Осеннее развитие начиналось 17-22 сентября и заканчивалось в III декаде октября.

Влияние температурного фактора на сезонное развитие интродуцентных видов древесно-кустарниковых растений.

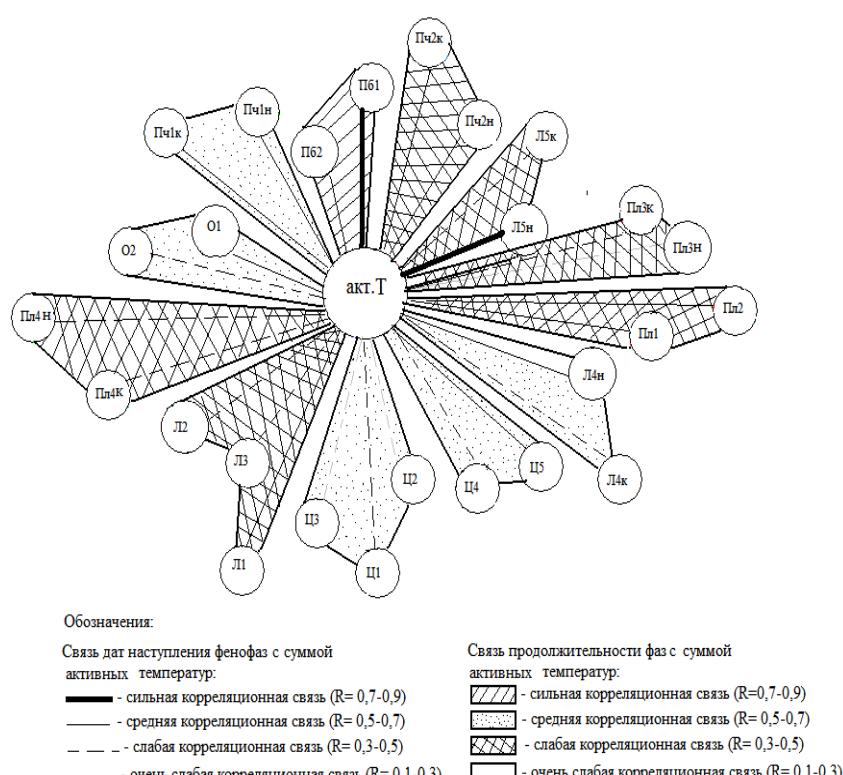


Рисунок 4 - Зависимость сроков наступления и продолжительности фенологических фаз интродуцентных видов от суммы активных температур (2006-2012 гг.).

По результатам корреляционного анализа выявлена зависимость сроков наступления и продолжительности фенологических фаз от температурного режима (рис. 3). В зависимости от величины коэффициента корреляции фенологические фазы развития растений по силе связи с суммой активных температур распределены на 4 группы: 1 – фенофазы с высокой корреляцией ($R=0,7-0,9$): Пб1, Л5н; 2 – со средней корреляцией ($R=0,5-0,7$): Пч2н, Пч1н, Пч1к, Пч2к, Пб2, О1, Л1, Л4н, Ц5, Пл1, Пл2; 3 – со слабой корреляцией ($R=0,3-0,5$): О2,

Пч2к, Пб2, О1, Л1, Л4н, Ц5, Пл1, Пл2; 3 – со слабой корреляцией ($R=0,3-0,5$): О2,

Л₂, Л₃, Л_{4к}, Ц₁, Ц₄, Плз_к, Пл4_к, Л5_к; 4 – с очень слабой корреляцией ($R=0,1-0,3$): Ц₂, Ц₃, Плз_н. Выявлено, что продолжительность фаз также зависит от температурного фактора. Сильная связь ($R=0,7-0,9$) выявлена в фазах Пб₁ и Пб₂, средняя ($R=0,5-0,7$) – в фазах Пч1_н и Пч1_к, О₁ и О₂, Л_{4н} и Л_{4к}, Ц₁, Ц₂ и Ц₃, Ц₄ и Ц₅. Слабая связь ($R=0,3-0,5$) установлена для фаз: Пч2_н и Пч2_к, Л₁ Л₂ и Л₃, Л5_н и Л5_к, Пл1 и Пл2, Плз_н и Плз_к, Пл4_н и Пл4_к.

Сезонное развитие интродуцентных древесно-кустарниковых растений в различных экологических условиях. В течение трех лет (2009-2011), аналогично аборигенным видам, проводилось изучение сезонного развития интродуцентных древесно-кустарниковых растений в различных районах г. Тюмени и на 23 км Велижанского тракта. На контрольном участке отсутствовали *A. platanoides*, *A. ginnala*, сравнительный анализ сезона развития данных видов проводился в городской среде (в 4-х точках).

Установлено, что в городе у интродуцентных видов большинство фенофаз наступало на 2-3 суток раньше, чем на контрольном участке.

В городской среде замедление развития растений на 1-2 суток отмечено в фазах Л₁, Л₅, Пл4 у трех видов: *Q. robur*, *S. vulgaris*, *S. josikaea*. На контрольном участке ранним развитием (Л₁, Л₄, Пл4, на 2-6 суток) характеризовались два вида: *Q. robur*, *S. vulgaris*. Самые ранние сроки наступления фенофаз (на 3-4 суток) в городе отмечены в фазах Пч1_н и Пл4 (*Q. robur*); Пч2_н и Пч2_к (*S. vulgaris*, *S. josikaea*); Л₁, Л₄ и Л₅ (*A. negundo*) (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнительная оценка интродуцентных видов древесно-кустарниковых растений по сезонному развитию в городе и окрестностях (2009-2011 гг.).

Виды		Пч1 _н	Пч1 _к	Пч2 _н	Пч2 _к	Л1	Л3	Л4	Л5	Ц4	Ц5	Плз	Пл4
<i>Q. robur</i> L.	1	+3	+1	+2	+1	-2	0	0	+2	+1	+1	+1	+3
	2	-3	-4	-3	-2	+2	-2	+1	0	-2	-2	-3	+2
<i>A. negundo</i> L.	1	+1	+1	+1	0	+3	+2	+3	+3	+2	+2	+1	+2
	2	-3	-4	-3	-3	-7	-4	-6	-7	-5	-3	-2	-4
<i>S. vulgaris</i> L.	1	+1	+2	+3	+2	0	0	+1	0	+1	+1	0	-2
	2	-3	-5	-4	-3	-4	-1	0	0	-1	-2	-1	+6
<i>S. josikaea</i> Jacq.	1	+1	+3	+4	+3	+1	+2	+1	-1	+1	0	+1	0
	2	-4	-5	-3	-3	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-2	-3

Примечание: 1 – город; 2 - контроль

- ранние сроки прохождения фенофаз;
- прохождение фенофаз без особых изменений;
- поздние сроки прохождения фенофаз.

Прохождение всех фенологических фаз *A. platanoides* и *A. ginnala* на исследуемых участках г. Тюмени отличалось незначительно, в среднем на 2-4 суток. В центральной части города (ост. Филармония, Цветной бульвар) ускорялось весеннее развитие растений (Пч1_н, Пч2, Л1), но в дальнейшем сезонный ритм замедлялся (на 2-3 суток).

4.3 Сравнительный анализ фенологических фаз развития аборигенных и интродуцентных видов древесно-кустарниковых растений.

На основании

многолетних мониторинговых наблюдений (2006-2012 гг.) выявлены особенности прохождения фенологических фаз у аборигенных и интродуцентных видов древесно-кустарниковых растений на территории г. Тюмени. Весенняя вегетация 5 аборигенных видов (*B. pendula*, *M. baccata*, *S. aucuparia*, *P. avium*, *L. sibirica*) в годы с ранней, теплой весной (2007-2011 гг.), начиналась на 25-39 сутки, у *T. cordata* только на 43-58 сутки. Среди интродуцентных видов ранним развитием характеризовались *A. negundo* и *S. vulgaris* (29-39 сутки); у *Q. robur*, *A. platanoides*, *A. ginnala*, *S. josikaea* период вегетации начинался в середине апреля. Набухание почек у интродуцентных видов происходило при среднесуточной температуре воздуха 4-8⁰C, у местных видов – при 1-3⁰C.

Фаза развертывания почек у местных видов наступала при установлении температуры выше 5-8⁰C (II декада апреля), у инорайонных видов фаза отмечена спустя 1-2 недели (конец апреля - начало мая). Первый свободный лист (Л₂) у местных видов появляется на 60-70 сутки, у инорайонных – на 54-74 сутки, различия по срокам фазы Л₃ были незначительны (2-4 суток).

Выявлено влияние метеорологических факторов на календарные сроки начала цветения, но последовательность зацветания была постоянной. Раннее цветение зафиксировано у *A. negundo* (51-61 сутки) и *B. pendula* (51-66 сутки), затем у *Q. robur* и *A. platanoides* (60-70 сутки), через некоторое время в фазу цветения вступали *P. avium* (74-79 сутки), *M. baccata* и *S. aucuparia* (80-90 сутки). *S. vulgaris* (74-84 сутки). Поздними сроками цветения характеризовались *T. cordata*, *S. josikaea* и *A. ginnala* (75-91 сутки).

Один из главных показателей успешной акклиматизации растений – фаза завязывания плодов. Созревание плодов и семян у представителей местной флоры наблюдалось в конце августа – середине сентября (171-211 сутки), у интродуцентов – в середине-конце сентября (200-215 сутки) (рис. 5). У большинства видов период видимого роста составлял от 30 до 41 суток. Самый высокий прирост приходился на июнь-июль, когда среднесуточная температура выше 16 °C. Установлено что к концу вегетации (Л₄, Л₅, Пл₄) различия в сроках прохождения фенологических фаз менее

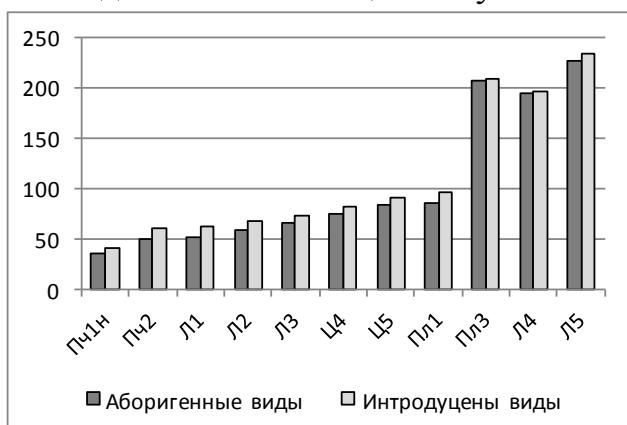


Рисунок 5 – Средние значения фенофаз аборигенных и интродуцентных древесно-кустарниковых растений.

тепловому обеспечению.

Интродуцентные виды характеризовались более длительным периодом вегетации (174-233 суток), по сравнению с местными видами (166-227 суток), средние значения за 2006-2012 гг. составили 195 и 202 суток соответственно, изменчивость признака слабая (CV=5,1-9,3%).

5. Эколого-биологическое моделирование программного комплекса фенологического мониторинга древесно-кустарниковых растений

Многолетние данные фенологических наблюдений можно использовать как критерий оценки климатических и антропогенных изменений в окружающей среде. В настоящее время целесообразна разработка программного комплекса фенологического мониторинга, основной задачей которого, является сбор, систематизация и обобщение первичных данных. Программный комплекс состоит из баз данных (БД), взаимосвязанных между собой.

БД «Каталог растений» обеспечивает оптимальный подбор растений с учетом условий произрастания, включает описание систематических категорий (семейство, название вида), морфологических признаков и биологических свойств, фенологию, фото.

БД «Состояние окружающей среды» содержит подробную информацию о состоянии окружающей среды, поступающую от датчиков по температуре, влажности воздуха, освещенности, концентрации CO₂ и NO₂. Завершающая часть программного комплекса – картографический слой с отрисовкой для программы Дубль-Гис, с нанесением зеленых насаждений.

Система фенологического мониторинга позволяет оценить антропогенную составляющую в изменении сезонной ритмики; снизить вероятность неправильного подбора растений; спрогнозировать влияние среды на растения; своевременно принять меры по оздоровлению городских посадок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный фенологический мониторинг на территории г. Тюмени показал, что оценить влияние температурного фактора можно, прежде всего, по реакции древесно-кустарниковой растительности. В настоящие времена нами накоплены многолетние данные (2006-2012 гг.), при анализе которых выявлены разнонаправленные тенденции смещения сроков начала и окончания фенологических событий в популяциях древесно-кустарниковых растений. Отмечены нарушения феноритмов роста и развития растений, а также ускорение процессов старения растительных организмов и изменчивости морфологических признаков.

ВЫВОДЫ

1. На основании многолетней (2006-2012 гг.) комплексной оценки 12 видов аборигенных и интродуцентных древесно-кустарниковых растений, выявлены особенности их сезонного развития на территории г. Тюмени. По датам наступления и окончания фенологических фаз, изученные виды растений разделены на 3 группы: с ранними сроками – *M. baccata*, *S. aucuparia*, *P. avium*, *A. negundo*, *S. vulgaris*; средними – *B. pendula*, *L. sibirica*, *S.josikaea*, *A. platanoides* L. и поздними сроками – *Tilia cordata*, *A. ginnala*, *Q. robur*.

2. Продолжительность вегетационного периода и сроки наступления отдельных фенофаз изученных древесно-кустарниковых растений определяются их биологическими особенностями и метеорологическими факторами.

Интродуцентные виды отличаются более поздними сроками весенних фаз развития (на 3-8 суток), имеют более длительный период вегетации (174-233 суток), по сравнению с местными видами (166-227 суток).

3. Сезонное развитие древесно-кустарниковых растений находится в зависимости от суммы активных температур воздуха в течение вегетационного периода. Температурный порог фенологических фаз достоверно отражает зависимость биологического ритма изученных видов от хода температурного режима и может применяться как сравнительный критерий при адаптации растений.

4. Интродуцентные виды с поздними сроками прохождения весенних фаз развития (*A. ginnala*, *Q. robur*, *S. josikaea*) завершают осенние фазы до наступления отрицательных температур воздуха только в годы с благоприятным температурным режимом (2007, 2008, 2012).

5. Фенологическая реакция древесно-кустарниковых растений на стрессовые воздействия городской среды проявляется в более раннем прохождении фенологических фаз развития (на 3-6 суток), по сравнению с растениями, произрастающими за пределами города.

6. Продолжительное воздействие антропогенных факторов на некоторые виды растений (*T. cordata*, *M. baccata*, *A. platanoides*) приводит к задержке и отсутствию наиболее важных фаз сезонного развития: Л₃, Ц₄, Ц₅, Пл₁.

7. Произрастающие на городской территории древесно-кустарниковые виды местной и интродуцентной флоры обладают различной экологической пластичностью. Виды с высокими адаптивными свойствами (*S. aucuparia*, *P. avium*, *B. pendula*, *A. negundo*, *S. vulgaris*, *A. ginnala*, *S. josikaea*) могут широко использоваться в зеленом строительстве. Виды, менее приспособленные к условиям городской среды (*L. sibirica*, *A. platanoides*, *Tilia cordata*, *Q. robur*), рекомендуются для озеленении придомовых территорий, скверов и парков.

8. Разработанный программный комплекс по сбору информационных данных может быть использован для организации и проведения мониторинга в городской среде, с целью оценки метеорологической и антропогенной составляющей в изменении сезонного развития растений и принятия решения по управлению процессами и явлениями.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованная в издании, рекомендованном ВАК РФ

1. **Видякина (Герасимова) А.А.** Древесные растения в озеленении города Тюмени / А.А. Видякина, М.В. Семенова // Аграрная Россия. – 2009. – Спец. выпуск. – С. 54-55.

2. **Видякина (Герасимова) А.А.** Древесно-кустарниковая флора автомобильных дорог г. Тюмени / А.А. Видякина, М.В. Семенова, Н.А. Боме //

3. **Видякина (Герасимова) А.А.** *Tilia cordata* (L.) Mill. в озеленение г. Тюмени / А.А. Видякина, М.В. Семенова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №6. ISSN 2070-7428 URL: www.science-education.ru/113-11431

Патент и свидетельства о государственной регистрации программы ЭВМ

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «GeomotionGEC» (программный комплекс фенологического экомониторинга): № 2014661223 Рос. Федерации: патентообладатель **Герасимова А.А.**; авторы Герасимова А.А., Семенова М.В., Боме Н.А., Медведева Т.М., Герасимова А.Г. – заявка № 2014615973; д.пост. 17.06.2014; опубл. 27.10.2014.

Работы, опубликованные в сборниках трудов научных конференций

5. **Видякина (Герасимова) А.А.** Фенологические наблюдения за местными и интродуцентными видами древесных пород г. Тюмени / А.А. Видякина, М.В. Семенова // Урбоэкосистемы проблемы и перспективы развития: Мат. III междунар. науч.-практ. конф. – Ишим, 2008. – С. 77-81.

6. **Видякина (Герасимова) А.А.** Сезонное развитие Сирени венгерской в озеленении г. Тюмени / А.А. Видякина, М.В. Семенова // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтования. – Тюмень, 2008. – № 9. – С. 142-145.

7. **Видякина (Герасимова) А.А.** Сравнительный анализ прохождения фенологических фаз аборигенных и интродуцентных древесных пород города Тюмени / А.А. Видякина // Симбиоз России 2009: Мат. II Всеросс. с междунар. участием конгресса студентов и аспирантов-биологов. – Пермь, 2009. – С. 97-99.

8. **Видякина (Герасимова) А.А.** Сезонное развитие аборигенных и интродуцентных видов древесных растений г. Тюмени / А.А. Видякина, М.В. Семенова // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтования. – Тюмень, 2009. – № 10. – С. 95-100.

9. **Видякина (Герасимова) А.А.** Сезонные ритмы развития родов *Acer* L. при интродукции в г. Тюмени / А.А. Видякина // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использование биологических ресурсов: Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2009. – Ч. 2. – С. 33-35.

10. **Видякина (Герасимова) А.А.** Особенности прохождения фенологических фаз интродуцентных древесных растений в г. Тюмени / А.А. Видякина, М.В. Семенова // Первые международные Беккеровские чтения: Сб. науч. тр. и мат. конф. – Волгоград, 2010. – Ч. 1. – С. 38-39.

11. **Видякина (Герасимова) А.А.** Жизненное состояние аборигенных древесных растений в озеленении г. Тюмени / А.А. Видякина, М.В. Семенова // Антропогенная трансформация природной среды: Мат. междунар конф. – Пермь, 2010. – Т. III. – С. 57-58.

12. Семенова М.В. Современное состояние древесно-кустарниковой флоры скверов г. Тюмени / М.В. Семенова, **А.А. Видякина**, Е.А. Бочурина // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтования. – Тюмень, 2010. – № 11. – С. 80-84.

13. **Видякина (Герасимова) А.А.** Влияние загрязнение воздуха на состояние древесных растений г. Тюмени / А.А. Видякина, М.В. Семенова // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтования. – Тюмень, 2011. – № 12 – С. 49-53.

14. **Видякина (Герасимова) А.А.** Использование ГИС-технологий при проведении фенологического экомониторинга на территории г. Тюмени / А.А. Видякина // Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов: Тез. докл. III Междунар. конф. – Тюмень, 2012. – С. 45-47.

15. **Видякина (Герасимова) А.А.** Температурный порог фенофаз – количественный критерий динамики сезонного развития древесных растений г. Тюмени / А.А. Видякина, М.В. Семенова // Человек и север антропология, археология, экология: Мат. II всеросс. конф. – Тюмень, 2012. – С. 376-378.

16. **Герасимова А.А.** Базы данных программного комплекса фенологического экомониторинга зеленых насаждений города / А.А. Герасимова, Н.А. Боме, М.В. Семенова // Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов: Тез. докладов IV Междунар. конф. – Тюмень, 2014. – С. 76-78.

17. **Герасимова А.А.** Фенологический экомониторинг яблони сибирской (*Malus baccata* L.) в озеленении г. Тюмени / А.А. Герасимова, Н.А. Боме, М.В. Семенова // Человек и север антропология, археология, экология: Мат. всеросс. конф. – Тюмень, 2015. – С. 312-315.

18. **Герасимова А.А.** Фенологический мониторинг древесно-кустарниковой растительности г. Тюмени // Экологический мониторинг и биоразнообразие: Мат. междунар конф. – Ишим, 2015. – №3(10). – С. 10-13.