

УДК 581.6

Г.Ю. МОРОЗОВА, И.Д. ДЕБЕЛАЯ

Анализ проблем озеленения современного города (на примере Хабаровска)

Анализируются проблемы озеленения на примере Хабаровска. К положительным тенденциям относятся расширение системы особо охраняемых природных территорий местного значения, увеличение производительности работы питомника, расширение ассортимента, активизация благоустройства городских территорий. Выявлен высокий процент старовозрастных насаждений, установлено снижение показателя жизненного состояния растений под влиянием урбанизации. Перспективно развитие зеленой инфраструктуры за счет резервированных земель и водоохраных зон малых рек в городе. По степени адаптации к антропогенным нагрузкам выделены устойчивые, умеренно устойчивые и малоустойчивые виды растений.

Ключевые слова: город, устойчивое развитие, система озеленения.

The analysis of the modern city gardening problems (on an example of Khabarovsk). G.Yu. MOROZOVA, I.D. DEBELAYA (Institute of Water and Ecological Problems, FEB RAS, Khabarovsk).

Gardening problems on an example of Khabarovsk are analyzed. The positive tendencies include expansion of system of especially protected natural territories of local value, increase in nursery productivity, assortment expansion, provision of urban amenities. The high percent of old-age plantings is revealed, decrease in indicator of a vital condition of plants under the influence of urbanization is established. Development of a green infrastructure at the expense of the reserved earths and water security zones of the small rivers in a city is perspective. On the degree of adaptation to anthropogenous loadings steady, moderately steady and a little steady kinds of plants are allocated.

Key words: city, sustainable development, gardening system.

Введение

По оценке экспертов ООН, к 2050 г. в городах будет проживать около 70 % населения нашей планеты [31]. Урбанизация сопровождается интенсивным землепользованием, организацией новых производств, строительством транспортной и инженерной инфраструктуры. На пике урбанизма повсеместно наблюдается процесс деградации озеленения в результате сокращения площади озелененных территорий общего пользования, отсутствия систематического ухода за объектами специального назначения и ограниченного пользования, сокращения разделительного и защитного озеленения автомагистралей и др. Острота проблемы заключается не только в уменьшении озелененных площадей, но и в быстром старении насаждений, снижении их жизнеспособности в экстремальных условиях городской среды. Деградация природных ландшафтов и ухудшение экологического состояния территорий ставят вопрос о необходимости поддержания эколого-хозяйственного баланса урбанизированных территорий. Одним из механизмов такого регулирования является сохранение и развитие системы городского озеленения.

*МОРОЗОВА Галина Юрьевна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ДЕБЕЛАЯ Ирина Дмитриевна – кандидат географических наук, старший научный сотрудник (Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск). *E-mail: morozova-ivep@mail.ru

Озеленение – неотъемлемая и пластичная составляющая градостроительной структуры, компонент городского ландшафта и важнейшая часть экологического каркаса города. Показатели озеленения, обеспеченность насаждениями, состояние и устойчивость насаждений к городской среде считаются индикаторами устойчивого развития центров урбанизации.

Растительность формирует и защищает среду обитания человека, обеспечивает ее комфортность и устойчивое развитие города. В условиях экологической напряженности зеленые насаждения улучшают инвестиционную привлекательность жилых и общественно-деловых зон, способствуют повышению рекреационной ценности территорий и созданию позитивного имиджа города. Система озелененных пространств города, включающая озеленение общего и ограниченного пользования, а также специального назначения, является важным элементом зеленой инфраструктуры города, компонентом пространственного планирования и фактором оптимизации его экологической среды [11, 17].

Вопросы городского озеленения находятся в центре внимания современных научно-практических исследований в России и за рубежом [8, 11, 14, 24, 30, 32]. В связи с этим муниципальная экологическая политика в вопросах сохранения зеленого фонда должна быть направлена на воспроизводство, охрану и развитие системы озеленения.

Цель настоящей работы – анализ проблем озелененных территорий современного крупного города на примере Хабаровска.

Методы исследования

Для изучения состояния зеленых насаждений использованы материалы современных маршрутных наблюдений на объектах зеленого фонда Хабаровска с привлечением лесотаксационного, картографического и статистического методов анализа. В работе применена методика популяционно-онтогенетических исследований [7, 10]. Фенотипическая пластичность древесных растений в условиях городского озеленения изучена на основе морфометрического анализа. Комплексный анализ в отношении изучаемых видов растений был проведен по количественным параметрам, характеризующим состояние особей: величине прироста, высоте и диаметру ствола дерева, размерам кроны, показателям фотосинтетической активности. Проанализирована виталитетная структура популяций наиболее распространенных древесных пород для разных возрастных групп растений (молодняки, приспевающие, спелые, перестойные). Качество популяций (Q) рассчитывали по формуле $Q = \frac{1}{2}(a + b)$, где a и b – доли особей высшего и промежуточного классов размерности соответственно. По уровню виталитета популяции делили на три типа: процветающие, равновесные, депрессивные [9]. Сбор материала осуществляли по градиенту урбанизированных экотопов в г. Хабаровск в 2010–2017 гг. Древесные растения из пригородного лесопарка служили контролем для сравнения виталитетной структуры популяций видов. Полученные материалы подвергнуты статистическому анализу с использованием специальных программ, входящих в пакеты Excel, Statistica и Vit.

В процессе инвентаризации городских зеленых насаждений состояние деревьев оценивалось по методике В.А. Алексева [1]. Использовались материалы инвентаризации зеленых насаждений Хабаровска, проводимых сотрудниками Института водных и экологических проблем ДВО РАН – ИВЭП (2002–2017 гг.), Дальневосточного НИИ лесного хозяйства – ДальНИИЛХ (2006 г.) и Тихоокеанского государственного университета – ТОГУ (2015 г.). К работе привлекались фондовые материалы Управления по охране окружающей среды и природных ресурсов администрации г. Хабаровск.

Результаты и обсуждение

Система озеленения Хабаровска сложилась за более чем полуторавековой период становления города и в настоящее время продолжает развиваться. В создании

зеленого убранства город прошел традиционный путь бурно развивающихся поселений в регионах нового освоения – от почти повсеместного уничтожения коренного почвенно-растительного покрова до осознания необходимости сохранения оставшихся фрагментов природных ландшафтов и создания культурных посадок деревьев и кустарников. Изначально на большей части нынешних городских и пригородных земель растительность была представлена «островными» мелколиственными лесами, маревыми лиственничниками, сырыми и заболоченными лугами. Зональные хвойно-широколиственные леса произрастали лишь на повышенных формах рельефа в предгорьях хр. Большой Хехцир и на Воронежских высотах, по высоким берегам р. Амур. Значимыми этапами формирования системы городского озеленения стали конец XIX – начало XX вв. (1900–1910 гг.), середина XX в. (1950–1960 гг.) и период с 2000 г. по настоящее время.

В конце XIX в. город занимал небольшую территорию, окруженную лесами и болотами, а его озеленение носило садово-приусадебный характер с небольшими линейными посадками деревьев и кустарников на центральных улицах и возле общественных зданий, а также несколькими общественными садами. Историки отмечают, что в 1884 г. рядом с домом генерал-губернатора был разбит небольшой парк, получивший название «Сад генерал-губернатора». Сохранившийся участок естественной растительности на берегу Амура в 1894 г. обустроили как общественный сад (ныне – Центральный парк культуры и отдыха им. Н.Н. Муравьева-Амурского, особо охраняемая природная территория (ООПТ) краевого значения). В 1896 г. заложены первое опытное сельскохозяйственное поле и лесной питомник, которые были объединены в 1907 г. [28] и в будущем стали основой Дендрария ДальНИИЛХ (ООПТ краевого значения). В 1908 г. на небольшом участке был разбит сад и построен гимнастический городок (ныне – детский парк им. А.П. Гайдара, ООПТ местного значения). С организации городской купальни на территории верхнего городского пруда и посадок дуба монгольского (*Quercus mongolica* Fisch.) и березы даурской (*Betula dahurica* Pall.) на склонах оврагов началась история парка «Динамо». Посадки, сделанные к 50-летию Хабаровска в восточной части этого парка, имеют эколого-географическую и историческую ценность и являются наиболее успешным опытом зеленого строительства в дальневосточных городах [21]. К 1909 г. в Хабаровске было 15 десятин общественных и частных садов, среди которых по степени благоустройства выделялся городской сад на Амурском утесе [12].

В годы революции и гражданской войны благоустройство и озеленение города было приостановлено. «Дровяные кризисы» часто приводили к вырубкам деревьев, а освобожденные участки использовали под огороды. И.Г. Ганенко отмечал, что системно зеленым строительством в Хабаровске стали заниматься с 1935 г. При Крайкомхозе была организована специальная группа, а в 1936 г. был создан Хабаровский трест зеленого хозяйства. В том же году построили небольшую оранжерею, заложили питомник и реконструировали парк культуры и отдыха. К 1939 г. в Хабаровске было выделено 40 га земель под питомник [4]. По данным инвентаризационных отчетов, на 1 января 1939 г. в городах Хабаровского края числилось 70,2 га зеленых насаждений, в том числе в парке культуры и отдыха Хабаровска – 26 га, в садах общего пользования и скверах – 44,2 га, протяженность зеленых насаждений вдоль улиц составляла 75,0 км. За годы Советской власти общая площадь зеленых насаждений Хабаровска, без учета фруктовых, плодово-ягодных садов и городских питомников, увеличилась в 28 раз по сравнению с 1913 г. и достигла 420 га [4].

К столетнему юбилею Хабаровска в 1958 г. была проделана огромная работа по озеленению города. В 1957 г. выделили 13 га земель под парк вдоль Краснореченского шоссе (ныне – парк им. Ю.А. Гагарина, ООПТ местного значения). В сентябре того же года состоялось открытие первой очереди стадиона им. В.И. Ленина, где на участке в 34,2 га высадили 4,5 тыс. деревьев и несколько десятков тысяч кустарников. Еще в 1900 г. Дума Хабаровска приняла решение о строительстве бульваров на месте двух городских речек и оврагов, но реализация этого проекта долгое время откладывалась. Бульвары начали

строить к 100-летию города и закончили в середине 1960-х годов. В 1957 г. начаты строительство железобетонных ливневых коллекторов по речкам Плюснинка и Чердымовка и создание двух городских бульваров, соединенных друг с другом парковой зоной стадиона им. В.И. Ленина и набережной Амура [4, 13]. В это время появились новые парки и реконструированы уже существующие (парк культуры и отдыха, парк Дома офицеров Советской Армии, парк с детской железной дорогой).

С середины XX в. целенаправленно и активно создавались парки, скверы, бульвары, сады, рощи, развивался дендрарий и расширялась площадь питомников, озеленялись улицы. Подводя итоги первого этапа работ под лозунгом «Превратим Хабаровск в город-сад», председатель Хабаровского горисполкома Н.Г. Путинцев отметил, что на месте грязных речек Чердымовка и Плюснинка выросли бульвары, на берегу Амура появилась набережная, высажено 1,7 млн деревьев и кустарников, засеяно более 100 га газонов, построено 32 сквера. К 1960 г. была озеленена территория в 219 га, а площадь зеленых насаждений в городе составила 4590 га. Таким образом, на каждого жителя в эти годы приходилось 15,4 м² зеленых насаждений всех видов, в том числе 7,3 м² насаждений общего пользования. В 1961 г. планировалось заложить 4 новых парка и 12 скверов общего пользования площадью 192 га, озеленить дополнительно 384 га, что позволило бы довести общую площадь зеленых насаждений в городе до 18 м² на одного жителя, в том числе озеленения общего пользования – до 9,5–10 м² [26].

Общая площадь городских зеленых насаждений к 1990 г. составила около 4000 га [5], при этом на внутриквартальное озеленение приходилось 2325 га. К насаждениям общего пользования кроме парков и скверов (275 га), а также бульваров (61 га) были отнесены также находящиеся в городской черте закустаренные и залесенные территории (660 га). Насаждения ограниченного пользования включали сады (730 га), зеленые массивы предприятий (150 га), а также приусадебные и дачные участки (580 га). Улично-дорожное озеленение в эту статистику не вошло.

В конце XX в. система озеленения Хабаровска испытывала сильное давление в связи с уплотнительной застройкой и резким ростом парка автомобилей. Постепенно приходило в упадок внутриквартальное озеленение, на отдельных участках были уничтожены газоны, в том числе газоны с древесной растительностью, исчезли или сильно сокращены разделительные озелененные полосы на автомагистралях. Заметно ухудшилось качество насаждений из-за отсутствия своевременного ухода.

Оживление в зеленом строительстве Хабаровска началось в 2000-е годы. С этого времени активизированы санитарные рубки и рубки ухода в старовозрастных древесных посадках, возобновлены работы по инвентаризации зеленого фонда (парков, уличного озеленения). Анализ ситуации в сфере городского озеленения позволил разработать законодательные документы по охране, содержанию и воспроизводству зеленого фонда Хабаровска, подготовить целевую программу по охране, содержанию и реконструкции зеленых насаждений города [3]. Принята долгосрочная целевая программа «Развитие озеленения территории города Хабаровска на 2012–2020 гг.», направленная на восстановление городского питомника и увеличение его производительности [16]. Подготовлены концептуальные документы с целью сохранения и воспроизводства зеленого фонда города.

В концепции озеленения Хабаровска, разработанной в 2003 г., нашли отражение положения, созвучные с современными идеями «зеленой инфраструктуры»: формирование непрерывной системы насаждений, восстановление связи городского озеленения с пригородной зоной; увеличение ландшафтного и растительного разнообразия; создание крупных озелененных территорий (парков), являющихся центрами сосредоточения высокого уровня биоразнообразия; восстановление самобытных региональных черт флоры и растительности; создание рациональной планировки озеленения для обеспечения максимальной доступности; развитие рекреационных зон; конструирование сложных по структуре насаждений, экологически адаптированных к местным условиям и антропогенным факторам; защита насаждений города независимо от форм собственности на землю [17].

Как показывает практика, градостроительство и планирование в отрыве от вопросов управления и охраны природы на урбанизированных территориях теряет свой смысл [24]. Для обеспечения устойчивого социально-экономического развития города был принят ряд документов, в которых сформулированы общие тенденции оптимизации экологической обстановки, определены принципы сохранения и развития зеленой инфраструктуры, способы ее охраны и повышения биоразнообразия растений и фитоценозов [22, 29]. В Хабаровске сформирована система особо охраняемых природных территорий общей площадью 503,19 га. Площадь ООПТ краевого значения (5 объектов) составляет 210,7 га, местного значения (24 объекта) – 292,49 га. В городе насчитывается 12 парков общей площадью 115,12 га, 3 парковые зоны – 35,3 га, 3 рощи – 23,06 га, один сад – 26, 4 га, дендрарий – 11,4 га, 6 скверов, относящихся к категории ООПТ, – 9,94 га, 3 питомника – 281,96 га. Площадь зеленых насаждений общего пользования за период с 2012 по 2016 г. выросла практически в 5 раз и составляет сегодня около 30 м² на 1 человека. Рост обеспечен за счет включения в эту категорию городских лесов, насаждений вдоль автомагистралей и городских улиц, пойменных и заболоченных лугов о-ва Большой Уссурийский.

Активизация экономического развития, сложная экологическая ситуация и градостроительные условия в Хабаровске делают актуальной задачу эколого-экономического управления территорией. Ситуация с вырубкой деревьев диктует необходимость разработки и применения экономических рычагов защиты городских насаждений и экономических подходов, способствующих охране и воспроизводству насаждений, а также возмещению убытков от их уничтожения. Как показывает практика, при уплотнительной застройке решить проблему компенсационного озеленения сложно, а зачастую и невозможно. Компенсация вырубленных деревьев посадкой молодых в том же районе города приводит к переуплотнению насаждений, что отрицательно сказывается на жизнеспособности растений и снижает их декоративный эффект. Законодательно принятый новый порядок расчета восстановительной стоимости зеленых насаждений и размера ущерба, нанесенного их повреждением или уничтожением [25], резко снизил объемы санкционированной и не санкционированной вырубки деревьев. В 2008 г. было снесено деревьев в 5,6 раза меньше, чем в 2007 г., а в 2009 г. – в 8,6 раза меньше, чем в 2008 г.

Функционально-нормативный подход, действующий в отечественном градостроительстве и планировании городских систем озеленения с середины XX в., во многих старых городах мира и европейской части России уже исчерпал себя из-за территориальной ограниченности поселений и истощения природных ресурсов [23]. В относительно молодых городах восточной части России создание новых крупных объектов озеленения (парков, скверов) еще возможно на неосвоенной периферии города, на границе с пригородными территориями, а также на зарезервированных землях.

Традиционно для России учет площади насаждений в городах ведется только по насаждениям общего пользования. И если, по примеру европейских городов, суммировать все озелененные территории общего и ограниченного пользования, а также специального назначения, то обеспеченность дальневосточных жителей зелеными насаждениями в городской черте окажется высокой (табл. 1).

Таблица 1

Общая площадь насаждений в городах Дальнего Востока [27]

Город	Общая площадь насаждений в пределах городской черты, га	Площадь города, км ²	Доля зеленых территорий в городе, %	Площадь озеленения на 1 человека, м ²	Население города, тыс. чел. (01.01.2017 г.)
Биробиджан	3122	169,38	18,5	418,73	74,559
Благовещенск	11 783	320,97	36,7	525,24	224,335
Владивосток	20 005	625,00	32,0	329,76	606,653
Магадан	20 751	295,00	61,2	2253,56	92,081
Хабаровск	13 821	388,73	35,8	226,14	611,160

У дальневосточных городов, и Хабаровска в том числе, имеются перспективы в развитии зеленой инфраструктуры: во-первых, использование зарезервированных территорий для организации ООПТ, крупных парков или парковых зон; во-вторых, устройство и организация рекреации в крупных природных комплексах в черте города (леса, луга, водоохранные зоны малых рек). Реальные перспективы есть для создания садов и скверов на платформах подземных сооружений (гаражей), использования мобильных систем озеленения, особенно для застроенного центра города (контейнерное озеленение), применения вертикального озеленения с использованием дальневосточных лиан и ампельных растений и др. Важно перенимать мировой опыт использования общественных пространств с одновременной реализацией нескольких функций. Например, во многих европейских городах трамвайные пути не только выполняют транспортную функцию, но и в сочетании с ухоженными зелеными газонами служат элементом уличного дизайна.

Начиная с 2002 г. в озеленении Хабаровска достигнуты определенные успехи. Постепенно заменяются старовозрастные насаждения из тополей и вязов, производится посадка молодых древесно-кустарниковых растений аборигенных видов, расширяется ассортимент пород, улучшается качество посадочного материала и послепосадочный уход за растениями. В городе появляются новые парки (Северный парк), идет строительство парка олимпийского резерва, расширена площадь питомника декоративных культур и в перспективе планируется ее дальнейшее увеличение в 1,4 раза, растёт площадь санитарно-защитных зон. При реконструкции дорог полностью заменяется озеленение. С наращиванием площади оранжерей городского питомника стало разнообразней и красочней цветочное оформление города.

Хабаровск принимает участие в Федеральной целевой программе «Формирование комфортной городской среды на период 2017–2022 гг.», включающей две подпрограммы: «Территории многоквартирных домов» и «Городские скверы и парки». Комфортная городская среда должна обеспечиваться не только достаточным числом озелененных объектов, но и их оптимальным размещением с соблюдением нормативных радиусов пешеходной и транспортной доступности. При этом общедоступные зеленые массивы и парки как многофункциональные объекты являются точками экономического и культурного роста микрорайонов и города в целом. Однако нередко возникает конфликт между коммерциализацией работы парков и сохранностью зеленых насаждений. Приоритетность экономического развития города над обеспечением экологической безопасности, как правило, приводит к неблагоприятным экологическим последствиям для окружающей среды и, следовательно, для населения. Городские зеленые пространства становятся заложниками столкновений интересов различных землепользователей и постоянно находятся в зоне риска из-за необходимости развития городской инфраструктуры и ее реорганизации. Происходит как прямое изъятие земель, так и деградация зеленых массивов, неподготовленных для массового посещения горожан. В результате ухудшается их санитарное состояние, эстетическая привлекательность, снижается экологическая ценность ландшафтов.

По данным инвентаризации ДальНИИЛХ, озелененная часть парка «Динамо» в 2006 г. составляла 78 % общей его площади. Через 10 лет озелененная площадь снизилась до 63 % [18]. Это произошло вследствие развития коммерческой инфраструктуры (аттракционы, рекламные объекты, кафе, ларьки, детские площадки) и выведения части земель из состава парка.

ФЦП «Формирование комфортной городской среды на период 2017–2022 гг.» направлена на благоустройство дворовых территорий. До настоящего времени этой проблеме в Хабаровске не уделялось должного внимания. Традиционные дворы в виде универсального пространства экологического и общественного назначения отсутствуют в районах современной застройки. Площади внутри жилых кварталов, запроектированные под создание зеленых зон, не обустроены, превращены в автостоянки. Исследование озеленения дворов в Хабаровске показало, что количество и качество зеленых насаждений не всегда увязано с эколого-географическими условиями жилых массивов [19]. В то же

время дворовому озеленению в районах старой застройки требуется реконструкция, поскольку в основной своей массе это посадки из двух или трех пород и возраст большинства деревьев приближается к физиологической старости.

Ассортимент древесно-кустарниковых пород, используемых в настоящее время для озеленения города, достаточно разнообразен как по видовому составу, так и по жизненным формам. При обследовании уличного озеленения нами установлено 8 видов хвойных и 37 лиственных древесных пород, 65 видов кустарников и деревянистых лиан, что приближается к показателю природного биоразнообразия (аборигенная лесная растительность окрестностей Хабаровска насчитывает 130 древесно-кустарниковых видов и лиан) [2, 20]. В озеленении парков насчитывается 99 видов древесно-кустарниковых пород, на бульварах – 78 видов, в озеленении дорог и автомагистралей – 52 вида. Бедный ассортимент растений отмечается во внутриквартальном озеленении: тополь черный (*Populus nigra* L.), ильм мелколистный (*Ulmus pumila* L.), береза плосколистная (*Betula platyphylla* Sukacz.) и ясень маньчжурский (*Fraxinus mandshurica* Rupr.). Встречаются яблоня ягодная (*Malus baccata* (L.) Borkh.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), но они не играют самостоятельной роли в озеленении, а лишь дополняют растительные композиции. В озеленении практически не применяются вертикальные посадки, живые изгороди и ограды, несмотря на высокое видовое разнообразие кустарников массово используется ограниченный их ассортимент (5–6 видов), на окраинах города отсутствуют ухоженные газоны.

Большую проблему в Хабаровске создают старовозрастные насаждения. В середине XX в. за короткий период массово высадили огромное количество одновозрастных деревьев, в основном тополей и вязов, без учета нормативов размещения растений. Как результат около 75 % городских деревьев имеют сегодня возраст более 65 лет, что диктует необходимость принятия срочных мер по замене насаждений. В центральных парках Хабаровска, по данным инвентаризаций, проведенных ИВЭП ДВО РАН, ТОГУ, ДальНИИЛХ, плотность посадок деревьев превышает нормативную в 2,7 раза, в озеленении магистральных улиц – в 1,6, на основных проездах по городу – в 1,8, в насаждениях внутриквартальных улиц – в 3,7 раза.

Озеленение способствует снижению экологических рисков для населения, связанных с экстремальными условиями городской среды. Однако сами растения тоже испытывают разнообразные риски: фитопопуляционные, обусловленные особенностями систем размножения растений; генетические, возрастающие при фрагментации урбопопуляций и снижении численности особей в них; ценотические, возникающие при наличии конкурирующих видов с учетом влияния насекомых и фитопатогенов; средовые, обусловленные емкостью и качеством местообитания; риски, вызванные природными катастрофами [9].

Негативное воздействие на насаждения оказывают загрязнение атмосферы и вод, деградация почв, нарушение городских ландшафтов в результате рекреации, а также изменения в геологической среде. Доля почв с полной утратой экологических функций составляет в Хабаровске 52 % общей площади города [15]. Регулярное скашивание снижает жизнеспособность газонных трав и приводит к выпадению их из травостоя. Актуальным для Хабаровска остается захламливание озелененных территорий строительным и бытовым мусором, уничтожение плодородного слоя почвы из-за ежегодной уборки опавших листьев и прошлогодней травы, несанкционированная парковка автомобилей на газонах, использование стволов деревьев для размещения рекламы с применением металлических креплений (гвоздей, скоб и др.), побелка и покраска стволов деревьев.

Доля древесных растений с высокой жизнеспособностью в озеленении парков и бульваров Хабаровска составляет в среднем 68 %, основных проездов по городу – 60,35 %, на магистральных улицах – до 43,9 %. Стрессы урбанизации изменяют многие параметры растений, нарушают амплитуду их изменчивости и систему корреляционных связей между структурными частями особей. Изучение фенотипической пластичности молодых древесных растений в условиях городского озеленения показало, что сосна обыкновенная

находится в угнетенном состоянии, о чем свидетельствуют минимальные показатели роста и развития вегетативной системы. Наибольшие отклонения наблюдаются в показателях фотосинтетической деятельности у растений, произрастающих в уличных посадках (табл. 2). Степень охвоенности годовичных побегов снижается в 2,2 раза, длина хвои – в 1,4 раза по сравнению с контролем (лесопарк). Годовой прирост побегов у *P. sylvestris* L. в уличных посадках также значительно сократился. Максимальные различия фиксируются при сравнении массы хвои у растений, произрастающих в скверах, где она в 1,5 раза, а в уличном озеленении в 3,7 раза меньше, чем у растений из городских лесопарков. Результаты статистически достоверны: $F > F_{0,05}$ ($F_{\text{факт.}} = 18,88$; $F_{\text{табл.}} = 4,10$).

Таблица 2

Динамика морфометрических параметров сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по градиенту городских экотопов (класс возраста растений – молодяки)

Морфометрические показатели растений	Скверы, парки	Селитебные участки	Вдоль автомагистралей	Городской лесопарк (контроль)
Высота дерева, м	4,53 ± 0,27	4,09 ± 0,18	4,53 ± 0,27	3,75 ± 0,22
Диаметр ствола, см	7,73 ± 0,62	6,65 ± 0,42	5,88 ± 0,79	8,07 ± 0,54
Длина годового прироста побега, см	12,05 ± 1,14	9,34 ± 1,02	6,87 ± 0,52	13,31 ± 1,35
Число листовых пучков, шт.	64,19 ± 6,29	45,93 ± 5,8	35,63 ± 4,6	79,40 ± 9,22
Длина хвои, см	6,34 ± 0,25	5,97 ± 0,39	5,36 ± 0,41	7,32 ± 0,23
Диаметр годовичного побега, см	0,30 ± 0,02	0,26 ± 0,02	0,29 ± 0,02	0,35 ± 0,02
Масса хвои, г	2,03 ± 0,29	1,34 ± 0,24	0,84 ± 0,12	3,09 ± 0,47
Масса годовичного побега, г	1,10 ± 0,20	0,72 ± 0,13	0,68 ± 0,11	1,46 ± 0,24

Фактор урбанизации отчетливо дифференцировал популяции растений, используемых в озеленении Хабаровска. Качество популяций (Q) основных видов (тополь черный, ильм мелколистный, ясень маньчжурский, клен ясенелистный, береза плосколистная и др.) находятся в диапазоне от 0,100 до 0,500 (табл. 3). Виталитетный тип популяций исследуемых видов по градиенту урбанизированных экотопов изменяется от депрессивных до процветающих. У сосны обыкновенной в условиях городского озеленения формируется депрессивный тип популяции, за исключением растений, произрастающих в парках и лесопарках ($Q = 0,350$). Высокие показатели жизненного состояния отмечены в популяциях *P. nigra*, *U. pumila*, *F. mandshurica*, *A. negundo* – видов, чаще всего используемых в озеленении города. Виталитетное состояние популяции липы маньчжурской (*Tilia mandshurica* Rupr.) характеризуется как равновесное: основная доля этих растений (61,3 %) представлена деревьями промежуточного класса виталитета, а доля участия растений низкого уровня жизненного состояния составляет 38,7 %. Одновозрастные посадки *T. mandshurica* в сравнении с липой амурской (*Tilia amurensis* Rupr.) имели более высокое качество популяции. Это позволяет рекомендовать *T. mandshurica* для озеленения улиц с интенсивным движением автотранспорта.

Таблица 3

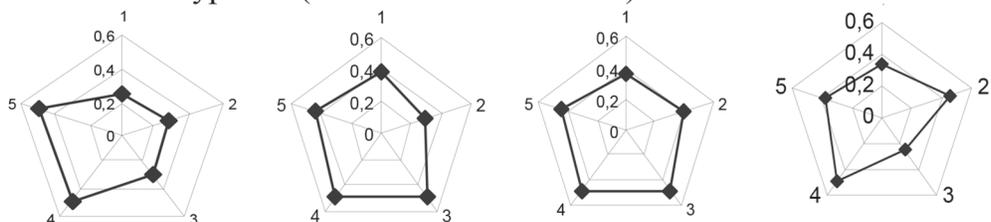
Качество популяций (Q) древесных растений (класс возраста – спелые) в урбанизированной среде г. Хабаровск

Виды растений	Селитебные участки	Вдоль автомагистралей	Бульвары	Парки
Тополь черный <i>Populus nigra</i>	0,448	0,435	0,493	0,436
Береза плосколистная <i>Betula platyphylla</i>	0,464	0,429	0,473	0,485
Ильм мелколистный <i>Ulmus pumila</i>	0,414	0,482	0,469	0,438
Ясень маньчжурский <i>Fraxinus mandshurica</i>	0,476	0,475	0,486	0,458
Клен ясенелистный <i>Acer negundo</i>	0,483	0,492	0,495	0,458
Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i>	0,200	0,100	0,267	0,350
Липа амурская <i>Tilia amurensis</i>	–	0,143	–	0,500
Липа маньчжурская <i>Tilia mandshurica</i>	–	0,307	–	0,500

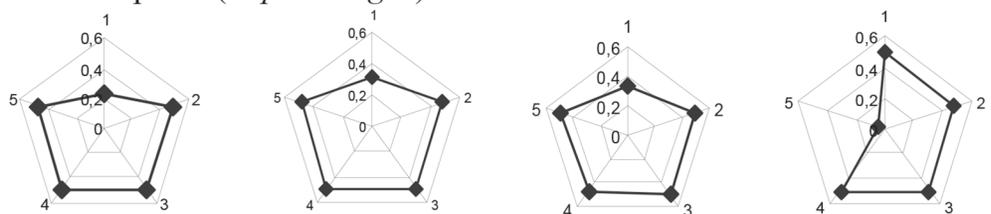
Примечание: Прочерк – нет данных.

Анализ динамики качества популяций растений по классам возраста в городской среде Хабаровска показал, что их жизнеспособность меняется в процессе онтогенеза (см. рисунок).

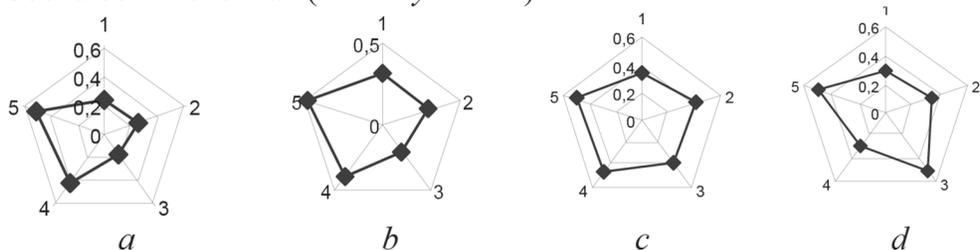
Ясень маньчжурский (*Fraxinus mandschurica*)



Тополь черный (*Populus nigra*)



Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*)



Качество популяций (Q) ясеня маньчжурского, тополя черного и сосны обыкновенной, произрастающих в урбанизированных экотопах Хабаровска: *a* – молодняки, *b* – приспевающие, *c* – спелые, *d* – перестойные. Экотопы: 1 – автомагистрали, 2 – дороги (основные проезды по городу), 3 – внутриквартальные улицы, 4 – бульвары, 5 – парки

Высокая жизнеспособность, оцениваемая критерием Q , отмечается у ясеня маньчжурского на стадиях «приспевающие» и «спелые». На поздних стадиях развития жизнеспособность этого вида падает особенно быстро в озеленении автомагистралей и внутриквартальных улиц. Устойчиво сохраняется виталитетная структура популяций тополя черного в разных условиях местообитания и по разным классам возраста, значительно снижаясь только у перестойных тополей в загущенных растительных сообществах парков. У сосны обыкновенной низкая жизнеспособность популяций наблюдается на ранних стадиях развития при озеленении дорог. Такое состояние вида сохраняется здесь и на более поздних стадиях его развития.

Виталитетный анализ популяций видов показал высокую степень информативности методов популяционного анализа при различной степени антропогенного преобразования среды. С учетом фактического изменения статуса особей и структуры популяций виды изучаемых растений были подразделены на три группы:

1) устойчивые к стрессам урбанизации и повышающие статус особей и популяций – ильм мелколистный (*U. pumila*), клен ясенелистный (*A. negundo*), тополь черный (*P. nigra*), береза плосколистная (*B. platyphylla*);

2) виды с умеренной устойчивостью, имеющие оптимум для особей и популяций на промежуточных ступенях градиента урбанизации, – ясень маньчжурский (*F. mandshurica*), липа маньчжурская (*T. mandshurica*);

3) малоустойчивые виды, существенно снижающие качество особей и популяций в урбанизированной природной среде, – липа амурская (*T. amurensis*), сосна обыкновенная (*P. sylvestris*).

За длительный период лесотаксационных и геоботанических исследований получены материалы по состоянию зеленых насаждений разных категорий пользования, которые позволили разработать ГИС «Зеленые насаждения города Хабаровска» [18], зафиксировать неблагоприятные ситуации в озеленении [6] и обосновать необходимость организации мониторинга.

Заключение

Одним из путей улучшения экологической ситуации в городах является совершенствование системы озеленения. В Хабаровске система озеленения сложилась за более чем полуторавековой период становления города и продолжает развиваться. Ретроспективный анализ озеленения городских территорий позволил выявить проблемы и определить перспективы развития зеленой инфраструктуры.

В озеленении города прослеживаются положительные тенденции: расширение системы ООПТ местного значения, увеличение производительности работы питомника декоративных культур, рост ассортимента растений для реконструкции и реставрации объектов зеленого фонда, активизация благоустройства и озеленения придомовых территорий. Дальнейшее развитие системы озеленения Хабаровска возможно за счет зарезервированных земель в пределах городской черты, земель водоохраных зон малых водотоков и сохранившихся участков естественных ландшафтов.

Оценка современного состояния зеленых насаждений выявила тенденцию сокращения площади земель экологического назначения (озеленение общего пользования) в центре Хабаровска в результате хозяйственной деятельности, высокую долю старовозрастных насаждений, снижение жизненного состояния растений под влиянием стрессов урбанизации.

Изучение адаптационных механизмов пластичности растений в городских экосистемах показало, что их реакция на стрессы урбанизированной природной среды индивидуальна. У одних видов растений по урбанизированным градиентам основные параметры особей и популяций сохраняются постоянными (*U. pumila*, *A. negundo*, *P. nigra*, *B. platyphylla*), у других наблюдается компенсаторная интенсификация метаболизма, роста и формообразования и, как следствие, усиление позиций этих видов (*F. mandshurica*, *T. mandshurica*). У некоторых видов осуществляются регрессивные трансформации как на уровне особей, так и на уровне популяций (*T. amurensis*, *P. sylvestris*). На основании комплексной оценки организменных и популяционных параметров растений и их адаптаций к антропогенным нагрузкам выделены устойчивые, умеренно устойчивые и малоустойчивые виды, что позволяет планировать ассортимент древесных пород в городских питомниках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
2. Бабурин А.А. Опыт изучения зеленого фонда Хабаровска // Регионы нового освоения: современное состояние природных комплексов и вопросы их охраны: материалы конф. с междунар. участием, Хабаровск, 11–14 окт. 2015 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2015. С. 10–13.

3. Воронов Б.А., Махинов А.Н., Мирзеханова З.Г., Матюшкина Л.А., Нарбут Н.А., Морозова Г.Ю., Майорова Л.П., Тарасова Л.С., Дубянская И.Г. Программа «Улучшение экологического состояния города Хабаровска на 2011–2015 годы». Хабаровск: Хабаров. вести, 2011. 81 с.
4. Ганенко И.Г. Зеленое строительство Дальневосточного края // Зеленое строительство. 1939. № 9–10. С. 34–39.
5. Географический атлас «Хабаровск». М.: Главное управление геодезии и картографии, 1989. 64 с.
6. Дебеляя И.Д., Морозова Г.Ю. Разработка структуры ГИС на примере особо охраняемой природной территории местного значения «Парк Динамо» в Хабаровске // Междунар. науч.-исслед. журн. 2018. № 3 (69). С. 75–80. DOI: 10.23670/IRJ.2018.69.003.
7. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники. М.: Прометей, 1989. Ч. 1. 102 с.
8. Душкова Д.О., Кириллов С.Н. Зеленая инфраструктура города: опыт Германии // Вестн. Волгоград. гос. ун-та. Сер. 3. Экон. экология. 2016. № 2 (35). С. 136–147.
9. Злобин Ю.А., Скляр Ю.А., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика исследования. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.
10. Злобин Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Сумы: Университет. книга, 2009. 263 с.
11. Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Курбаковская А.В. Оценка геоэкологических функций зеленой инфраструктуры в городах Канады // География и природные ресурсы. 2016. № 2. С. 191–200.
12. Мамешин Е.Д. Наш город: заметки архитектора. Хабаровск: Кн. изд-во, 1958. 52 с.
13. Мамешин Е.Д. Проблемы дальнейшей застройки и благоустройства городов Хабаровского края. Хабаровск: Хабаров. кн.-журн. типогр., 1962. 16 с.
14. Маркелов Г.Я., Бурков С.М., Тютрин С.А., Сомов Е.В. Исследование города на основе космических снимков. Хабаровск: ТОГУ, 2015. 157 с.
15. Матюшкина Л.А. О критериях и показателях оценки экологического состояния городских почв // Современные проблемы регионального развития: материалы III междунар. конф., Биробиджан, 22–24 ноября 2010 г. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН: ДВГСГА, 2010. С. 31–32.
16. Морозова Г.Ю., Лаптиев Г.А., Иванова В.В., Кислова Т.И. Долгосрочная целевая программа «Развитие озеленения территории города Хабаровска на 2012–2020 гг.». Хабаровск: Хабаров. вести, 2012. 33 с.
17. Морозова Г.Ю., Нарбут Н.А., Бабурин А.А., Скачков В.Б., Горнова М.И., Ахтямов М.Х., Воронов Б.А., Росликова В.И. Концепция озеленения Хабаровска. Владивосток; Хабаровск: ДВО РАН, 2003. 38 с.
18. Морозова Г.Ю., Дебеляя И.Д. Охрана зеленого фонда Хабаровска с использованием современных технологий // Геодезия и картография. 2018. Т. 79, № 1. С. 52–61. DOI: 10.22389/0016-7126-2018-93-1-00-00.
19. Морозова Г.Ю., Дебеляя И.Д. Формирование комфортной городской среды на примере Хабаровска // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2017. Т. 19, № 2–1. С. 144–150.
20. Нечаев А.П., Бабурин А.А. Деревья, кустарники и лианы хребта Хехцир // Растительный и животный мир Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаров. пед. ин-т, 1973. С. 19–31.
21. Новомодный Е.В. Памятники зеленого строительства, сохранившиеся с дореволюционного времени в городе Хабаровске // Культурный облик Хабаровска в XX веке: материалы город. науч.-практ. конф. Хабаровск, 1999. С. 34–37.
22. Об утверждении правил благоустройства городского округа «Город Хабаровск»: решение Хабаровской городской Думы от 26 декабря 2008 г. № 721. – <https://www.lawmix.ru/zakonodatelstvo/2380894> (дата обращения: 12.04.2018).
23. Подойницына Д.С., Хомяков Д.А., Гладова П.К. Инфраструктурный подход в формировании системы озеленения природно-урбанизированной надсистемы // Наукovedenie. 2016. Т. 8, № 6. – <http://naukovedenie.ru/PDF/92TVN616.pdf> (дата обращения: 12.04.2018).
24. Подойницына Д.С. Критический анализ концепции «Зеленая инфраструктура» // Architecture and Modern Information Technologies. 2016. № 1 (34). Р. 1–8.
25. Порядок расчета восстановительной стоимости зеленых насаждений и размера ущерба, нанесенного повреждением и (или) уничтожением зеленых насаждений на территории города Хабаровска: постановление администрации г. Хабаровск от 01.02.2010 г. № 234. – https://www.khabarovskadm.ru/atk/legal-information/index.php?ELEMENT_ID=77251 (дата обращения: 12.04.2018).
26. Путинцев Н.Г. Превратим Хабаровск в цветущий город-сад // Тихоокеан. звезда. 1961. № 84 (10909), 8 апр.
27. Россия в цифрах. 2017: крат. стат. сб. / Росстат. М., 2017. 511 с.
28. Соловьева И.А., Нечаев А.А., Грек В.С., Морин В.А. Дендрарий ДальНИИ лесного хозяйства: современное состояние и проблемы охраны // Роль зеленых насаждений в стратегии развития Хабаровска: материалы III гор. науч.-практ. конф., Хабаровск, 15 марта 2007 г. Хабаровск: ТОГУ, 2007. С. 64–68.
29. Стратегический план устойчивого развития города Хабаровска до 2020 года: решение Хабаровской городской Думы от 26.09.2006 г. № 306.
30. Green Infrastructure. EPA. – http://water.epa.gov/infrastructure/greeninfrastructure/gi_what.cfm (дата обращения: 12.04.2018).
31. Kearney A.T. Global Cities. 2016. – www.atkearney.com (дата обращения: 12.04.2018).
32. McKinney M.L. Urbanization, Biodiversity, and Conservation // BioScience. 2002. Vol. 52, № 10. P. 883–890.