

СТАТЬИ

УДК 630.11

**СОЗДАНИЕ ГОРОДСКИХ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ
С УЧАСТИЕМ *TILIA CORDATA MILL.* И *BETULA PENDULA L.*
В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА)**

Авдеева Е.В., Кухар И.В., Иванов Д.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, e-mail: Rahuk@mail.ru

В статье представлены результаты инвентаризационной оценки скверов г. Красноярска, которые показали, что на всех исследуемых городских объектах озеленения общего пользования насаждения искусственного происхождения, средний возраст которых составляет около 40 лет. Ограниченностю ассортимента, несоответствие пространственной структуры, высокие антропогенные нагрузки приводят к преждевременной деградации насаждений. Недостаточное внимание уделено ярусности, структуре и всесезонности «работы» насаждений. В статье представлены принципы формирования насаждений на объектах городского озеленения, обозначены биологические и экологические свойства бересклета повислого и липы мелколистной. С учетом анализа влияния ландшафтных условий и различных уровней техногенных воздействий в г. Красноярске на рост и развитие древесных растений разработаны ландшафтные кластеры, в которых бересклет повислый и лиственница сибирская являются доминантными видами – растениями первого яруса, изменяющими почвенно-климатические условия, создающими притенение, и в соответствии с условиями экологических ниш данных видов подобраны содоминантные виды (второго яруса – деревья первой и второй величины), третьего и четвертого яруса – сопутствующие виды – многоствольные деревья, высокие кустарники, создающие защиту для внутреннего пространства от перепадов температур, потери влаги, влияния сильных ветров (эффект опушки), и многолетние травянистые культуры, низкие кустарники (кустарнички), папоротники, составляющие пятый ярус насаждения. На основании анализа пространственной формы изучаемых древесных растений обоснована плотность посадок в городских искусственных насаждениях с участием бересклета повислого и лиственницы сибирской. Данные растения способны развиваться в сложившихся микроклиматических и техногенных условиях, создавать многоярусные устойчивые и долговечные ландшафтные композиции, способные к саморегулированию к урбанизированной среде (городской урбифитоценоз).

Ключевые слова: городские искусственные насаждения, бересклет повислый, липа мелколистная

**CREATION OF URBAN ARTIFICIAL GROWTH WITH THE PARTICIPATION
OF *TILIA CORDATA MILL.* AND *BETULA PENDULA L.*
IN DIFFERENT GROWTH CONDITIONS**

Avdeeva E.V., Kukhar I.V., Ivanov D.V.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk,
e-mail: Rahuk@mail.ru

The article presents the results of an inventory assessment of public gardens in the city of Krasnoyarsk, which showed that in all the studied urban landscaping objects for general use, plantings of artificial origin, the average age of which is about 40 years. Limited assortment, inconsistency of the spatial structure, high anthropogenic pressures lead to premature degradation of plantations. Insufficient attention is paid to the fury, structure and all-season "work" of plantations. The article presents the principles of formation of plantings at urban landscaping objects, the biological and ecological properties of drooping birch and small-leaved linden are indicated. Taking into account the analysis of landscape conditions and various levels of technogenic impacts in the city of Krasnoyarsk on the growth and development of woody plants, landscape clusters have been developed in which drooping birch and Siberian larch are dominant species – plants of the first tier, changing soil and climatic conditions, creating shading, and in accordance with the conditions of the ecological niches of these species, co-dominant species were selected (the second tier – trees of the first and second size), the third and fourth tier – related species – multi-stemmed trees, tall shrubs that create protection for the interior from temperature extremes, moisture loss, and the influence of strong winds (effect of the edge), and perennial herbaceous crops, low shrubs (shrubs), ferns that make up the fifth tier of the plantation. Based on the analysis of the spatial form of the studied woody plants, the density of plantings in urban artificial plantations with the participation of silver birch and Siberian larch is substantiated. These plants are able to develop in the prevailing microclimatic and technogenic conditions, create multi-tiered stable and durable landscape compositions capable of self-regulation to the urbanized environment (urban urban phytocenosis).

Keywords: urban artificial plantations, *Tilia cordata* Mill., *Betula pendula* L.

Зеленые насаждения, произрастающие в урбанизированной среде, формируются под воздействием природно-климатических и антропогенных факторов. На основании этого рекомендации по подбору ассортимента пород для ландшафтного строительства должны опираться в первую очередь

на соответствие экологических ниш древесных растений и дендроклиматических ресурсов местности, с учетом влияния техногенных факторов. Рекогносцировочный анализ городских объектов озеленения г. Красноярска показал, что такие виды, как бересклет повислый (аборигенный вид)

и липа мелколистная (интродуцент), произрастают в значительном количестве городских насаждений. При этом они недостаточно изучены, а также отсутствует правовая биоэкологическая база по их размещению на объектах озеленения.

К тому же санитарно-гигиеническое и эстетическое состояние данных видов на городских объектах озеленения очень различается, что необходимо учитывать при создании пространственной структуры (определение густоты) городских насаждений с их участием.

Цель исследования – разработать принципы формирования насаждений на объектах городского озеленения с учетом анализа ландшафтных условий г. Красноярска, техногенных воздействий на рост и развитие растений, обозначить биологические и экологические свойства растений, способные влиять на создание устойчивых и долговечных ландшафтных композиций с участием бересклета повислой и липы мелколистной, с определенной пространственной структурой.

Материалы и методы исследования

Для оценки уровня качества городских объектов озеленения общего пользования в целом и состояния отдельных древесных растений выбраны скверы, расположенные во всех районах г. Красноярска с различной степенью техногенной нагрузки: «Лесок», «Серебряный», сквер Космонавтов, «Сказочный», «Панюковский», сквер Энтузиастов, «Юбилейный», «Одесский», сквер им. В.И. Сурикова – и два контрольных участка, расположенные в зеленой зоне г. Красноярска (Плодово-ягодная станция и питомник УЗС). Площади данных скверов находятся в пределах от 0,81 до 2,95 га, за исключением сквера Космонавтов, площадь которого составляет 6,96 га. На основании общепринятых и авторских методик сформированы экологические паспорта исследуемых городских объектов озеленения. Экологический паспорт включает в себя такие разделы, как ситуационный план, баланс территории объекта, количественные данные об озелененности и качественные характеристики состояния растительности и дорожной сети, данные о рекреационной нагрузке, расчеты уровня загазованности и шумовой нагрузки от транспортных потоков на прилегающих магистралях.

Индекс пространственной формы объекта озеленения позволяет оценить степень рекреационной комфортности отдыхающих, а также потенциал экологической ста-

бильности роста древесных растений. Пространственная форма объекта озеленения оценивается соотношением между площадью и периметром. Наиболее экологически эффективной формой является круг, так как он охватывает наибольшую площадь при минимальном периметре, индекс его формы равен 1. При отличных очертаниях данный индекс приобретает значения > 1 , причем чем больше значение индекса, тем меньшей экологической стабильностью обладают озелененные территории. Индексы значений, достигающие от 2 до 5, говорят о вытянутой или изрезанной конфигурации и о значительной незащищенности внутренних пространств данных озелененных территорий. При индексе формы объекта от 1 до 1,20 – пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности отдыхающих и увеличивает потенциал экологической стабильности древесных растений; от 1,21 до 1,40 – пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности отдыхающих и экологической стабильности зеленых насаждений; от 1,41 и больше – прослеживается очень низкая экологическая стабильность озелененных территорий из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило, узкая линейная полоса вдоль автомобильных дорог) [1]. Анализ участия вида проводился по отношению количества экземпляров данного вида к общему числу всех учтенных видов на исследуемом объекте озеленения. При этом выделяется три категории: низкая с долей участия до 1%, средняя – от 1 до 5%; высокая – более 5% [1].

Результаты исследования и их обсуждение

Рекогносцировочный анализ городских объектов озеленения и подробная инвентаризационная оценка скверов г. Красноярска показали, что на всех городских объектах озеленения общего пользования созданы насаждения искусственного происхождения, средний возраст которых составляет около 40 лет. Ограниченностю ассортимента (12 основных древесных видов), несоответствие пространственной структуры, высокие антропогенные нагрузки приводят к преждевременной деградации насаждений. Недостаточное внимание удалено ярусности, структуре и всесезонности «работы» насаждений.

Пространственная форма объектов достаточно компактная, в четырех скверах из девяти индекс кругообразности находится в пределах от 1,1 до 1,20, это означает, что пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической стабильности роста насаждений на данной территории. В двух скверах, «Лесок» и «Панюковский», индекс пространственной формы находится в пределах от 1,21 до 1,40 – пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической стабильности зеленых насаждений. В трех скверах – от 1,41 и больше – пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической стабильности роста зеленых насаждений – очень низкая экологическая стабильность озелененных территорий из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило, узкая линейная или изрезанная форма объекта). Только в сквере Космонавтов зона относительного комфорта составляет 70%, за счет большой территории сквера, к тому же он только одной наименьшей стороной примыкает к проезжей части автодороги районного значения. В остальных скверах она составляет не более 45%. Наибольшие влияния факторов дискомфорта ощущаются в скверах «Одесский», им. В.И. Сурикова. Так, сквер «Одесский» имеет вытянутую узкую прямоугольную конфигурацию и длинной стороной примыкает к магистрали с интенсивным движением легковых и грузовых автомобилей (суточный состав потока составляет: 59108, грузовые – 5410, автобусы – 1100 шт.), зона относительного комфорта в данном сквере отсутствует, сквер «Лесок», наоборот, при незначительных размерах расположен в жилой зоне вдали от автомагистралей, за счет чего зона комфорта увеличивается, несмотря на сложную конфигурацию пространства. Увеличение площадей дискомфортных зон на территориях объектов озеленения по таким параметрам, как загазованность и запыленность воздушной среды, повышение температурного, аэрационного и влажностного режимов, превышение шумовых нагрузок, снижает возможность использовать данные пространства, хотя и озелененные, а иногда и хорошо благоустроенные, по их целевому назначению – для детского и тихого отдыха.

Для г. Красноярска основными антропогенными факторами дискомфорта в скверах являются шум, загазованность, запыленность. Таким образом, снижение эффективности зеленых насаждений требует обоснования объемно-пространственной структуры и подбора ассортимента древесных растений для элементов озеленения, способных повысить уровень качества на данных объектах. Таким образом, повысить уровень комфорта на данных объектах возможно, создав насаждения, по пространственной структуре способные снизить дискомфортные факторы. Анализ ассортимента древесных растений всех исследуемых скверов показал, что береза повислая представлена во всех скверах, липа мелколистная отсутствует только в скверах «Серебряный» и «Юбилейный». Доля участия березы повислой выше, чем липы мелколистной, в насаждениях данных скверов и изменяется от средней до очень высокой, составляет от 0,6 до 45% (сквер «Юбилейный»). На основании этого данные виды выбраны для проведения исследований.

Как показали результаты анализа конфигурации объектов озеленения и видового состава древесных растений, наблюдается комплекс дискомфортных факторов, снижающих уровень комфорта отдыхающих и стабильность роста древесных растений. Для увеличения данных показателей необходимо создавать ландшафтные композиции, обладающие характером защитного действия, особенно по отношению к аэрационному режиму: по составу воздушной среды и скорости, а также способствующие снижению акустического воздействия.

Древесные (деревья и кустарники) и травянистые растения обладают определенными экологическими свойствами, которые определяют декоративный и средозащитный потенциал насаждения. Наиболее приемлемыми типологическими элементами, действие которых направлено на выполнение определенных средозащитных и декоративных задач являются: линейные структуры и пейзажные группы. Линейные структуры – объекты средозащитного озеленения, обладающие относительно высоким уровнем защитного потенциала, выполняющие защитные, регулирующие функции при нормализации акустического климата, газо- и пылезащите, регулировании инсоляции, выполнении разделительных, композиционно-эстетических и других функций. Пейзажные группы – композиционные структуры, создаваемые

с учетом взаимовлияния и совместимости видов по экологическим критериям.

Структурные и конструктивные параметры малых пейзажных групп (которые в основном создаются в скверах) за счет незначительных площадей обуславливают невысокие показатели воздействия данного типа озеленения на гигиенические параметры среды. При этом значительное количество пейзажных групп, созданных в жилых районах и на объектах озеленения при проведении реконструктивных мероприятий, направленных на увеличение их санитарно-гигиенической эффективности, способны внести вклад в оздоровление среды и увеличить средозащитный потенциал территории.

Эффективность формирования насаждений на городских объектах озеленения зависит от методологии, заложенной в процессе их создания. Основными принципами формирования городских насаждений являются: учет природных условий; техногенных нагрузок; научное обоснование типа и плотности посадки; выделение доминантного вида с учетом ландшафтных усло-

вий и уровня антропогенных воздействий и на его основе формирование видового состава насаждения (биогруппы); обоснование технологического процесса, адекватного условиям среды (табл. 1).

На основании вышеизложенных принципов, анализа ландшафтных условий г. Красноярска [2–5] и его зеленой зоны [6] (выявление доминирующих ландшафтобразующих видов в каждой ландшафтной зоне) с учетом уровней техногенных воздействий на рост и развитие растений разработаны ландшафтные кластеры, которые формируются доминантными растениями [7–10]. С учетом анализа ландшафтных условий и уровней техногенных воздействий на рост и развитие древесных растений в г. Красноярске [4, 5] разработаны следующие ландшафтные кластеры – сосновый, еловый, лиственничный, березовый, липовый, тополевый, ивовый. Представленные материалы позволяют сформировать ландшафтные композиции в определенных ландшафтных условиях с учетом уровней техногенных нагрузок (табл. 2).

Таблица 1

Принципы формирования насаждений на объектах городского озеленения

Этап	Решение
Природные условия	Ландшафтное зонирование; орографические, микроклиматические условия; пространственная ориентация улиц, зданий
Техногенная нагрузка	Экологический фон города; автотранспортные, градостроительные, рекреационные факторы на локальном уровне
Ассортимент (биоэко-логические свойства видов)	Выбор доминантного вида; формирование видового состава (кластерный подход)
Объемно-пространственная форма	Тип посадки (чистый, смешанный; пейзажный; регулярный: рядовой, супротивный, шахматный); плотность (густота), ярусность
Агротехнологический процесс	Обработка почвы, посадка (сроки), агротехнический уход

Таблица 2

Соответствие средозащитных ландшафтных кластеров ландшафтным зонам г. Красноярска и его зеленой зоны

Ландшафтные кластеры	Ландшафтное районирование территории г. Красноярска и его зеленой зоны [2]						
	I темнохвойная тайга	II светлохвойная тайга	III подтайга	IV южная лесостепь	V северная лесостепь	VI степь	VII пойма реки
Сосновый	+	+	+	+	+		+
Еловый	+						
Лиственничный	+	+	+	+	+		+
Березовый		+	+	+	+		+
Липовый			+	+	+		+
Тополевый				+	+	+	+
Ивовый			+	+	+	+	+

Таблица 3

Плотность посадок березы повислой и липы мелколистной
на объектах озеленения г. Красноярска

Экологические условия	«Условно чистые»	«Особо загрязненные»
Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)		
Солитер		
Высота дерева в возрасте 40 лет, м	11,0	9
Радиус окружности кроны, м	12	10
Ряды, аллеи, группы		
Средний диаметр кроны в возрасте 40 лет, м	5,0±0,5	4,1±0,4
Расстояние между деревьями, м	4,5–4,0	3,5–3,0
Густота, шт./га	495–600	815–1100
Липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)		
Солитер		
Высота дерева в возрасте 40 лет, м	10–12	8–10
Радиус окружности кроны, м	12	10
Ряды, аллеи, группы		
Средний диаметр кроны в возрасте 40 лет, м	5,0±0,5	5,0±0,5
Расстояние между деревьями, м	4,5–5,0	4,5–5,0
Густота, шт./га	495–400	495–400

Для бересового и липового кластеров береза повислая и липа мелколистная являются доминантными видами – растениями первого яруса, влияющими на изменения почвенно-климатических условий, создающими притенение для других растений, и в соответствии с условиями экологических ниш данных видов подобраны содоминантные виды (второго яруса – деревья первой и второй величины), третьего и четвертого яруса – сопутствующие виды – многоствольные деревья (деревья кустовидного типа), высокие кустарники, создающие защиту для внутреннего пространства от перепадов температур, потери влаги, влияния сильных ветров (эффект опушки), и многолетние травянистые культуры, низкие кустарники (кустарнички), папоротники, составляющие пятый ярус насаждения.

Для городских объектов озеленения пространственная структура насаждений должна создаваться в соответствии с потенциалом развития каждого вида растения в определенных условиях городской среды. Это позволит создать высокодекоративные, стабильно растущие, долговечные насаждения с высокими средозащитными качествами. В бересовый кластер входят варианты композиций, структурными доминантами которых является береза повислая. Она об-

ладает высокими декоративными качествами, повышает пейзажную выразительность сибирских ландшафтов, являясь одной из ландшафтобразующих пород в данном регионе. Декоративность чистых бересовых групп создается за счет графичности кроны, белого цвета коры ее стволов, наличием сезонности в окраске листьев.

Липовый кластер строится на доминировании липы мелколистной в насаждении, при этом высокую декоративность имеют простые чистые группы. Состав смешанных групп аналогичен составу насаждений бересового кластера. Растения, обладающие следующими биологическими и экологическими свойствами, способны создавать устойчивые и долговечные ландшафтные композиции с участием березы повислой и липы мелколистной: мезоксерофиты (растения засушливых и среднезасушливых местообитаний), олиготрофы (малотребовательные к питательным веществам), гелиофиты (светолюбивые), класс морозостойкости – 1–3. Липа мелколистная по экологическим свойствам достаточно близка к березе повислой, поэтому для данных кластеров обоснован основной видовой состав растений бересового и липового кластеров. Данные виды растений достаточно устойчивы к условиям урбанизированной среды

и могут использоваться на объектах озеленения всех условий произрастания от удовлетворительного до критического.

Эффективность полезных функций насаждений, их декоративность зависит от соответствия пространственной структуры условиям произрастания. Наиболее рациональными пространственными характеристиками (густота) для городских насаждений являются расстояния, при которых происходит проникновение крон растений между собой не более чем на 25 %. В соответствии с этим проведен анализ максимальных диаметров крон для бересклета повислого и липы мелколистной, произрастающих в условиях г. Красноярска с различным уровнем техногенных от «условно чистых» до «особо загрязненных», в ходе которого получены рекомендуемые значения расстояний между деревьями в насаждениях (рядах, группах) и, соответственно, плотность посадок, а также радиусы окружности – зоны развития солитеров бересклета повислого и липы мелколистной в зависимости от высоты растений для различных условий г. Красноярска (табл. 3).

Заключение

С учетом анализа ландшафтных условий и уровней техногенных воздействий в г. Красноярске, влияющих на рост и развитие древесных растений, разработаны ландшафтные кластеры, в которых бересклет повислый и лиственница сибирская являются доминантными видами – растениями первого яруса, изменяющими почвенно-климатические условия, создающими притенение, и в соответствии с условиями экологических ниш данных видов подобраны содоминантные виды (второго яруса – деревья первой и второй величины), третьего и четвертого яруса – сопутствующие виды – многоствольные деревья, высокие кустарники, создающие защиту для внутреннего пространства от перепадов температур, потери влаги, влияния сильных ветров (эффект

опушки), и многолетние травянистые культуры, низкие кустарники (кустарнички), папоротники, составляющие пятый ярус насаждения. На основании анализа пространственной формы изучаемых древесных растений обоснована плотность посадок в городских искусственных насаждениях с участием бересклета повислого и лиственницы сибирской. Данные растения способны развиваться в сложившихся микроклиматических и техногенных условиях, создавать многоярусные устойчивые и долговечные ландшафтные композиции, способные к саморегулированию к урбанизированной среде (городской урбофитоценоз).

Список литературы

1. Полякова Е.В. Особенности развития и жизнеспособность древесных растений в условиях городской среды (на примере г. Владивостока): дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2004. 157 с.
2. Городсков А.В. Архитектура, проектирование и организация культурных ландшафтов: учебное пособие. СПб.: Проспект Науки, 2013. 416 с.
3. Авдеева Е.В., Панов А.И., Кухар И.В. Динамика формирования урбанизированной среды г. Красноярска: сборник материалов XX Международного научно-практического форума «Проблемы озеленения крупных городов». 2018. С. 38–41.
4. Авдеева Е.В. Ландшафтно-средозащитное озеленение городских территорий. Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2022. 80 с.
5. Панов А.И. Изменчивость сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в городских посадках: на примере г. Красноярска: дис. ... канд. сельхоз. наук. Красноярск, 2021.
6. Николаевская З.А. Садово-парковый ландшафт. М.: Стройиздат, 1989. 344 с.
7. Новикова М.А. Особенности естественного возобновления бересклета в условиях Ленинградской и Тверской областей: дис. ... канд. сельхоз. наук. Санкт-Петербург, 2016. 157 с.
8. Дроздов С.Н., Хлопцева Е.С., Сазонова Т.А. Светотемпературная характеристика сеянцев бересклета пушистого (*Betula pubescens* (Betulaceae)) // Лесной журнал. 2014. № 1. С. 27–36.
9. Колмогорова Е.Ю., Кайдорина В.А., Неверова О.А. Морфофизиологическая оценка состояния бересклета повислой в условиях действия выбросов автотранспорта // Лесной журнал. 2012. С. 20–27.
10. Феклистов П.А., Амосова И.Б. Морфолого-физиологические и экологические особенности бересклета повислого (*Betula pendula* Roth.) в таежной зоне. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. 212 с.