

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАСАЖДЕНИЙ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

© Е.В.Авдеева

УДК 630*1

Сибирский государственный технологический университет

Оптимизация экологии городской среды с целью создания благоприятных для человека санитарно-гигиенических и эстетических условий является одной из основных проблем зеленого строительства. Для определения влияния условий внешней среды на состоянии зеленых насаждений выполнен анализ соответствия природно-климатических факторов и состава древесной растительности зеленых насаждений, рассмотрена экологическая обстановка в городах Красноярске и Дивногорске, проведено натурное обследование состояния объектов озеленения. Рассмотрена динамика возрастных изменений лиственницы сибирской в городской среде в различных типах посадки, экологических условиях. Представлен сравнительный анализ биометрических показателей деревьев в различных градостроительных условиях.

Optimizing the urban ecology in order to create human-favorable sanitary and aesthetic conditions is one of the major gardening tasks. To define environmental impacts on forest plantations, an analysis of climatic factors and green stands' species diversity has been performed. Moreover, the environmental situation in the cities of Krasnoyarsk and Divnogorsk is studied, and the survey of gardening subjects has been completed. The dynamics of *Larix sibirica* age changes in the urban conditions for different types of implantation and environments is investigated. The comparative analysis of tree biometric parameters in different urban conditions is given.

Городская среда представляет собой динамическую развивающуюся систему. Она включает в себя ряд подсистем, основными из которых являются: природная (биогенные и абиогенные факторы), техногенная (городская застройка, транспортная и инженерная инфраструктура и пр.) и социальная (культурно-бытовое обслуживание, здравоохранение). Важным признаком городской среды является ее территориальная неоднородность и различные уровни техногенных нагрузок. Изучение состояния городской среды должно подчиняться основным экологическим принципам: охрана и улучшение окружающей человека среды (средозащитная функция) и охрана природных комплексов (природоохранная функция), при этом между ними предполагаются неразрывное единство и взаимозависимость.

Оптимизация экологии городской среды с целью создания благоприятных для человека санитарно-гигиенических и эстетических условий является одной из основных проблем градостроительства вообще, зеленого строительства в частности. Городская система озеленения в целом и ее отдельные элементы при рациональной организации оказывают существенное влияние на важнейшие показатели качества окружающей среды.

Своеобразие ландшафтной композиции заключается прежде всего в том, что она находится в постоянном развитии. Одним из важнейших признаков изменения насаждений является естественная динамика его объемно-пространственной структуры. Изменения внешнего облика древесных растений происходят в течение всей их жизни. Декоративные и биологические признаки деревьев в каждый период их роста имеют свои характерные особенности. В процессе возрастного развития деревья либо придают объектам озеленения больше эстетичности, все более мощными акцентами выделяются отдельные экземпляры и

их композиции - группы, куртины, аллеи, либо, разрастаясь, они преобразуют масштаб пространственной структуры насаждения, изменяя площадь открытых пространств, куртины превращаются в густые неряшливые заросли, в результате гибнут отдельные деревья или целые группы.

Прогнозирование объемно-пространственных изменений зеленых насаждений является важным условием при проектировании, реконструкции и реставрации объектов озеленения городов. При этом необходимо стремиться к наибольшему декоративному эффекту восприятия зеленых насаждений, как в первый период после завершения строительства, так и в будущем спустя десятилетия,

Согласно концепции, разработанной Ю.В. Разумовским, Л.М. Фурсовой, объемно-пространственная структура объекта озеленения определяется его структурными элементами, в том числе различными типами насаждений. Далее в пределах объемно-пространственного элемента насаждения выделяется каждое дерево, как объемно-пространственная единица,

Рассматриваемую связь можно представить в виде схемы (рисунок 1), показывающей взаимосвязь и последовательность изучения и прогнозирования изменения объемно-пространственной структуры объекта озеленения.

Анализ опубликованных источников показывает, отсутствуют данные об особенностях возрастной изменчивости деревьев лиственницы сибирской в условиях городов Южной Сибири, целью выявления возрастной динамики размеров и состояния деревьев в городских насаждениях и прогнозирования изменений создаваемых объектов озеленения в будущем были собраны и проанализированы биометрические показатели деревьев разных возрастных групп - 15, 18, 23, 28, 33-37 лет.

Выбору объектов исследований предшествовало изучение экологической обстановки в городах Красноярске и Дивногорске. Выполнен анализ соответствия природно-климатических факторов и состава древесной растительности зеленых насаждений, а также натурное обследование состояния объектов озеленения этих городов.

Условия внешней среды оказывают существенное влияние на рост и развитие зеленых насаждений в городе, поэтому деревья одной и той же породы в одинаковом возрасте могут иметь различные биометрические показатели,

которые зависят от:

- размещения зеленых насаждений на территориях с различной степенью антропогенного загрязнения;
- влияния типа, способа и густоты посадок;
- площади и благоустройства озелененных территорий;
- состава насаждений и ухода за ними.

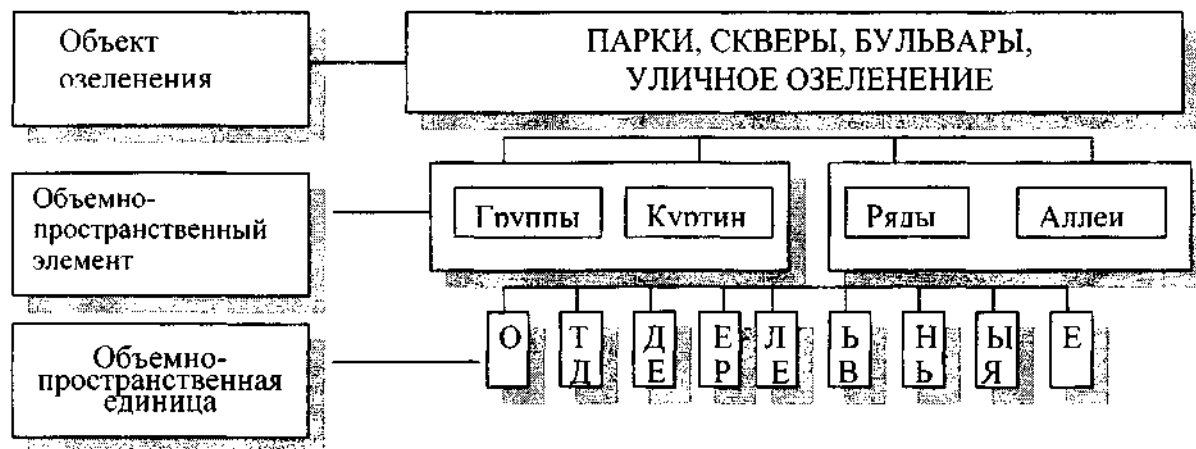


Рисунок Взаимосвязь и последовательность изменения объемно-пространственной структуры насаждения

Для определения влияния этих факторов на состояние зеленых насаждений в городах Красноярске и Дивногорске были собраны и проанализированы биометрические характеристики деревьев лиственницы сибирской, в возрасте от 15 до 37 лет. Получены следующие биометрические параметры: высота дерева, высота до максимального диаметра кроны, высота до начала кроны, диаметр дерева на высоте 1,3м, диаметры кроны, обмеренные в двух взаимноперпендикулярных направлениях необходимые для вычисления таких параметров дерева, как длина освещенной поверхности кроны и ее протяженности, объем ствола и кроны.

Анализ экологической ситуации города Красноярска показал, что степень и масштабы воздействия неблагоприятных факторов на рост растений и здоровье населения распределены крайне неодинаково по районам города. Рядом авторов составлены схемы условного деления территорий города по влиянию различных негативных факторов урбанизированной среды. При наложении всех схем загрязнения выделены четыре группы районов с различной степенью совмещения негативных факторов, влияющих на здоровье городских жителей и состояние зеленых насаждений:

I группа - особо неблагоприятная - с наибольшей повторяемостью и наложением нескольких неблагоприятных факторов

(Ленинский и часть Кировского района, островные территории; на данной территории проживает около 7% населения).

II группа - неблагоприятная - участки с особо загрязненным воздушным бассейном, содержание токсичных веществ в почве значительно превышает ПДК (Кировский, Свердловский район, левобережная северо-восточная часть города; проживает 43% городского населения).

III группа - относительно неблагоприятная - территории под воздействием одного негативного фактора (Центральный район, часть Железнодорожного, Октябрьский район; проживает около 31% населения г. Красноярска).

IV группа - относительно благоприятная - с меньшей степенью действия негативных факторов, отсутствуют крупные предприятия высокого класса вредности (западная, северо- и юго-западная левобережные части города, проживает 19% жителей г. Красноярска; г. Дивногорск).

Необходимо отметить, что район исторического центра (ул. Ленина, Маркса, пр. Мира), развязки по улице Копылова и Калинина испытывают дискомфорт по уровню загазованности и шума от автотранспорта и относятся к первой и второй группам предложенной классификации.

Из диаграммы (Рисунок 2) видно, что

основная часть населения г.Красноярска подвергается влиянию вредных антропогенных и техногенных воздействий. Сочетание негативных факторов отрицательно влияет и на состояние древесной растительности произрастающей в условиях городской среды.

Экологические условия городов снижают санитарно-гигиеническое и декоративное состояние зеленых насаждений. Каждый исследуемый участок расположен в определенном экологическом районе. В неблагоприятном

экологическом районе находятся: сквер на площади 30-летия Победы, сквер на Красной площади, нижняя терраса р. Енисей в районе "Стрелки", сквер Городского дворца культуры. В менее загрязненных условиях находятся: сквер по ул. Киренского, сквер Городского дворца творчества, озеленения набережной в районе парка им. Горького. Зеленые насаждения города Дивногорска и сквер в Студенческом городке расположены в относительно благоприятном экологическом районе.

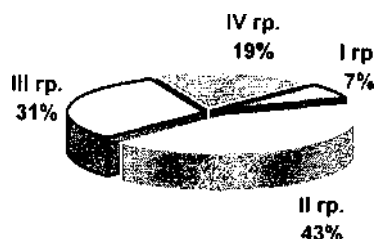


Рисунок 2 - Деление территории города Красноярска на экологические группы районов и количество (в %) населения, проживающего в них

Материал исследований представлен по различным типам насаждений: группы, куртины, ряды, аллеи с различной густотой и характером размещения деревьев в насаждениях. Полученные разнородные объемно-пространственные элементы были унифицированы и объединены в два типа посадки: групповой (группы и куртины) и рядовой (ряды, аллеи). Основанием к объединению различных типов насаждений явилась общность их структурных параметров: так, в аллеях и рядах это - шаг посадки, ширина междурядья, тип посадки (супротивный или шахматный). В группах и куртинах это - густота посадки, тип (регулярный или свободный). Разнородность полученного материала заключается и в том, что при одинаковой

структуре посадок расстояния между деревьями в разных возрастах сильно колеблются (от 2.0 до 6.0м). Причем прослеживается зависимость между возрастом насаждения и расстояниями между деревьями в нем: чем старше насаждение, тем шаг посадки меньше. Так, в насаждении, возраст которого, составляет 33 года шаг в ряду составляет 2.0-3.0м, а в 15-летнем 5.0-6.0 м, в группе же расстояния между деревьями во всех возрастах колеблются от 2.0 до 4.0м. Подобрать сочетание разных типов посадки в одном возраст с одинаковым расстоянием между деревьями оказалось практически невозможным (из 13 представленных пар - только один случай) (Таблица 1).

Таблица 1 - Типы насаждений и шаг посадки деревьев в городских условиях

По- ро- да	Тип посад- ки	г. Красноярск					г. Дивногорск	
		Возраст, лет						
		15	18	23	27	33-37	18	33-37
		Расстояния между деревьями, м						
Лиственница сибирская	группа	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	-	2,0
	ряд	6,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0

Были исследованы 13 объектов озеленения, из них 10 участков представляют зеленые насаждения города Красноярска, 3 - Дивногорска. Исследованные зеленые насаждения принадлежат к различным категориям озеленения: 7 участков заложены в насаждениях общего пользования (скверы, парки), 6 участков - в посадках улиц и магистралей. Исследования проводились в различных по типу и плотности насаждениях. В группах количество деревьев составляло от трех до восьми, с расстоянием между ними 3...4м. В рядовых посадках количество рядов составляло от одного до трех с шагом посадки 2...6м.

Исследования искусственных насаждений проводились в чистых и смешанных насаждениях. Краткая характеристика исследуемых насаждений г.Красноярска и г.Дивногорска представлены в таблицах 2, 3. Учитывая различие условий произрастания деревьев в пределах участка, по результатам обмеров получены средние значения всех биометрических параметров.

Средний диаметр дерева определялся через площадь сечения ствола, усредненную по участку. Средняя высота дерева определялась по графику зависимости высоты дерева от диаметра через его средний диаметр. Для остальных

биометрических показателей рассчитаны средние арифметические значения. На основании анализа литературных данных и наших исследований выделены основные факторы, влияющие на состояние зеленых насаждений в городских условиях: возраст, тип и плотность посадки, регион и район города, освещенность. Оценка влияния перечисленных выше факторов проведена методом сравнения средних значений биометрических показателей (малые независимые выборки) и методами однофакторного и многофакторного дисперсионного анализа.

При исследовании роста деревьев в насаждениях необходимо иметь в виду, что не всякое сочетание древесных растений в культуре обеспечивает образование хорошего насаждения. Колесниченко М.В. назвал эту закономерность соответствием растений друг другу при совместном произрастании в сообществе.

Опыт выращивания культур показывает, что для совместного произрастания следует подбирать породы не только в соответствии с условиями произрастания (почва, климат), но и друг с другом. Но для этого необходимо знать и более полно учитывать их взаимоотношения, которые слагаются из различных форм влияния. При этом деревья одной породы оказывают различное влияние друг на друга в зависимости от условий произрастания.

В процессе роста дерева и насаждения переходят из одной возрастной стадии в другую. При рассмотрении динамики формирования насаждения, согласно методике Ю.В.Разумовского и Л.М.Фурсовой, выделяют три временных периода:

I - до смыкания крон,

II - начальный период смыкания крон,

III - период непосредственного

взаимовлияния деревьев.

Рост деревьев, в первую очередь, зависит от структуры насаждения (плотность, шаг посадки, ширина междурядий и др.). В первом возрастном периоде деревья не испытывают конкуренции со стороны соседних деревьев, развиваясь как отдельно стоящие деревья (солитер).

Во II и III временных периодах при формировании насаждений происходят физиологические, механические, биотрофные, биофизические влияния древесных растений друг на друга

Физиологические влияния растений проявляются при срастании корней, реже - ветвей деревьев как одного, так и разных видов. Между сросшимися растениями происходит обмен водой, элементами питания, при этом рост более крупной особи усиливается. При межвидовых отношениях может произойти срастание организмов, образуя особые типы взаимоотношений: симбиоз или паразитизм.

Биотрофные влияния деревьев

осуществляются в основном в почвенной среде, в процессе потребления и возврата элементов питания. Минеральное питание имеет видовую специфику в качественном и количественном отношениях. При совместном произрастании виды, более интенсивно потребляющие элементы пищи, уменьшают их содержание в почве, чем оказывают влияние на соседние растения. Растения, имеющие значительные различия в качестве и динамике потребления питательных веществ, могут мирно уживаться друг с другом и даже способствовать лучшему росту.

Биофизические влияния древесных растений проявляются путем изменения деревьями обычного режима физических факторов среды (света, тепла, влаги, силы ветра и др.). Степень этого изменения зависит от почвенно-климатических условий, густоты насаждения, быстроты роста деревьев, их величины.

Механические влияния растений наблюдаются при переплетении корней, стволов, ветвей и проявляются при раскачивании деревьев ветром - в виде трения и охлестывания крон деревьев. При давлении корней особей разных видов в местах контакта образуются различные деформации и раны. Наиболее распространенным видом механического влияния является охлестывание крон деревьев при раскачивании ветром. При этом обиваются листья, почки и побеги, формируются узкие компактные или однобокие кроны.

При оценке деревьев было принято положение, согласно которому декоративность дерева является признаком его устойчивости в городских условиях. Причем наиболее выразительным признаком является состояние кроны. Крона каждого экземпляра лиственницы на всех участках была описана следующими биометрическими характеристиками: высота до начала кроны, высота до максимального диаметра кроны, высота дерева, длина освещенной части кроны, протяженность кроны, максимальный диаметр кроны в двух взаимноперпендикулярных направлениях. По каждому насаждению получены пространственные вертикальные и горизонтальные характеристики тип, шаг, ярусность и плотность посадки (таблица 1, 2). Это позволило получить горизонтальные и вертикальные схемы размещения деревьев в рядовых и групповых посадках, а главное - оценить степень влияния структуры насаждения на формирование крон во временном аспекте.

С целью изучения влияния различных факторов городской среды на рост лиственницы сибирской были проведены сравнения средних значений биометрических параметров деревьев, растущих в различных условиях, и определена значимость различия средних показателей, найденных по малым независимым выборкам.

Таблица 2 - Краткая характеристика исследуемых насаждений г.Красноярска

Таблица 2 – Краткая характеристика исследуемых насаждений г.Красноярска								
Возраст, лет	Тип посадки	Структура насаждений			Почвенные условия	«Адрес» зеленых насаждений	Назначение в объекте озеленения	Экологический район
		пространственная		Дендрологическая				
		горизонт.	вертикальн.					
15	группа	малая плотность 3,0м	простая 1 ярус.	Лиственница сибирская	газон	Нижняя терраса стрелки	Акцент в композиции	II
18	группа	крупная плотность посадок 3,0м	смешанная 1 ярус.	Лиственница сибирская, береза повислая	газон	Нижняя терраса Стрелки	Акцент в композиции, оформление входа	II
23	группа	крупная плотность посадок 3,0м	простая 1 ярус.	Лиственница сибирская	черный пар	Городской парк, набережная р.Енисей	Озеленение набережной р.Енисей	III
27	группа	малая плотность посадок 4,0м	простая 1 ярус.	Лиственница сибирская	газон	Сквер городского дворца культуры	Акцент в композиции	II
37	группа	малая плотность посадок 3,0м	простая 1 ярус.	Лиственница сибирская	газон	Парк Гвардейский	Акцент в композиции	II
15	аллея	Однорядное симметр., шаг 6,0 м	простая 1 ярус.	Лиственница сибирская	газон	Сквер у ДК КРАЗа	Эрганизация пешеходного движения	I
18	ряд	Двухрядное шахматн., шаг 5,0 м	смешанная 2 ярус.	Лиственница сибирская, ель сибирская	полоса газона 8,0 м	ул. Копылова	Озеленение улиц	I
23	ряд	Однорядное симметр., шаг 5,0 м	простая 1 ярус.	Лиственница сибирская	лунки 1,2*1,2м, черный пар	Сквер возле театра оперы и балета	Граница сквера	I
23	аллея	Однорядное, симметр., шаг 5,0 м	простая 1 ярус.	Лиственница сибирская	газон	Сквер на площади 30-летия Победы	Организация пешеходного движения	II
27	ряд	Двухрядное супротивн. шаг 5,0 м	смешанное 1 ярусн.	Лиственница сибирская, береза повислая	полоса газона 7,0 м	Сквер на Красной площади	Обрамление площади	I
33	ряд	Однорядное, симметр., шаг 4,0 м	смешанное 1 ярусн.	Лиственница сибирская	лунки 1,0*1,0м, черный пар	ул. Партизана Желязняка	Озеленение улиц	I
27	ряд	Двухрядное супротивн. шаг 5,0 м	смешанное 1 ярусн.	Лиственница сибирская, береза повислая	полоса газона 7,0 м	Сквер на Красной площади	Обрамление площади	I
33	ряд	Однорядное, симметр., шаг 4,0 м	смешанное 1 ярусн.	Лиственница сибирская	лунки 1,0* 1,0м, черный пар	ул. Партизана Желязняка	Озеленение улиц	I

При уровне значимости 0.05 проверялась нулевая гипотеза о равенстве математических

ожиданий двух нормальных малых независимых выборок объемом, равным 10. Проверка

осуществлялась сравнением табличного и расчетного значения критерия Стьюдента,

вычисленного по формуле:

$$T = \frac{X - Y}{\sqrt{(n-1) \cdot S_Y^2 + (m-1) \cdot S_X^2}} \cdot \sqrt{\frac{m \cdot n \cdot (n+m-2)}{n+m}} \quad (1)$$

где X, Y - математические ожидания независимых выборок;

m, n - объемы выборок;

S_Y^2, S_X^2 - среднеквадратические отклонения.

Для заданного уровня значимости 0.05 и числа степеней свободы $k = m+n - 2 = 18$ критическое значение критерия Стьюдента $t^* = 2.1$.

Если $|T| > t_{\text{Таб}}(0.05; 18)$ - отвергать нулевую гипотезу нет оснований.

Если $|T| < t_{\text{Таб}}(0.05; 18)$ - нулевая гипотеза отвергалась. В данном случае средние значения различаются значимо и следовательно проявляется влияние фактора городской среды на состояние рассматриваемых насаждений.

В данных исследованиях наряду с парным сравнением двух выборок используется сравнение одновременно нескольких выборок, объединенных в единый статистический комплекс. В этом случае применялся дисперсионный анализ, основанный на сравнении дисперсий. Проверка существенности различия дисперсий или их постоянства проводилась путем сравнения табличного и расчетного значений критерия Фишера. Расчетное значение определялось по формуле:

$$F_{\text{расч}} = \frac{\max(S_X^2; S_Y^2)}{\min(S_X^2; S_Y^2)} = \frac{S_X^2}{S_Y^2} \quad (2)$$

где S_X^2, S_Y^2 - среднеквадратические отклонения.

При заданном уровне значимости 0.05 и числе степеней свободы $n=m=9$ табличное значение квантиля распределения Фишера составляет $F_{\text{Таб}} = 3.2$. Если $F_{\text{расч}} < F_{\text{Таб}}$, то выборочные дисперсии различаются незначимо. Наблюдаемые различия между показателями вызваны случайными причинами, а не влиянием рассматриваемого фактора. Важным этапом дисперсионного анализа является оценка влияния комплекса факторов с учетом силы воздействия каждого из них. Дисперсионный анализ

применяется для установления однородности нескольких независимых выборок. При несущественных различиях средних значений и их доверительных интервалов данные выборки считаются однородными.

Влияние отдельного фактора на состояние растительности в чистом виде в многообразных условиях города выделить очень трудно. Был подобран вариант сравнения роста лиственницы в разных типах посадки, произрастающих в рядовых посадках и группах.

Таблица 3 - Краткая характеристика исследуемых насаждений г.Дивногорска

Воз- раст, лет	Тип посад- ки	Структура насаждений			Почвенн ые усло- вия	«Адрес»	Назна- чение в объекте озеленения	Экологи
		пространственная		Дендро- логическая		зеленых насаждений		ческий район
		горизонт.	вертикальн.					
33	группа	Большая плотность 2,0 *2,0 м	смешан. 2 ярус.	Береза повислая, лиственница сибирская, тополь бальзамич.	газон	ул. Набережная	Оформлени е входа в жилой дом	IV
18	ряд	Двухряд- ное, шахмат., шаг 3,0 м	простая 1 ярус.	Лиственница сибирская	газон	Сквер в районе музыкаль- ной школы	Озеленение улиц	IV
33	ряд	Трехряд- ное, шахмат., шаг 3,0 м	простая 1 ярус.	Лиственница сибирская	полоса газона 10,0 м	ул. Набережная	Объединен ие природной композиции «лес-река»	IV

Лиственница сибирская в возрасте 27 лет представлена на Красной площади в двухрядном насаждении с супротивным размещением, в сочетании с березой и в сквере Городского дворца культуры - в чистых группах. Равный шаг посадки 4.0 м дает возможность оценить степень влияния типа посадки на рост лиственницы в данных насаждениях.

Сравнительная оценка средних биометрических характеристик в исследуемых насаждениях показала:

1. Наиболее существенные различия средних параметров наблюдаются по объему и диаметру ствола. Наибольшие значения показателей наблюдаются у деревьев, растущих в ряду, их разница составляет, соответственно, 0.005 м^3 (критерий Стьюдента $T=6.5$) и 4.5см (при $T=13.3$ с доверительной вероятностью 98%). С помощью процедуры дисперсионного анализа исследована изменчивость диаметра ствола деревьев в групповых и рядовых посадках. Полученное значение критерия Фишера $F=19.4$ подтверждает, что средние величины диаметра ствола двух различных типов посадки имеют существенные различия. Необходимо отметить, что и доверительные интервалы средних значений диаметров рассматриваемых групп различаются значимо. График сравнения средних значений и их разброса, а также гистограммы распределения значений показывают, что наиболее "узкий" интервал разброса значений имеет место в групповых посадках. Результаты обработки данных говорят о том, что более однородным является участок с групповым размещением деревьев.

2. Существенные различия в рассматриваемых группах отмечаются по высоте дерева и длине освещенной части кроны, причем, в противоположность диаметру, наибольшие значения наблюдаются у деревьев, растущих в группах. Их значения составляют 11.5м и 6.7м. Аналогичные показатели деревьев в рядовых посадках равны 10.6м и 6.2м. Проверка достоверности различий данных биометрических характеристик свидетельствует, что значения различаются существенно, при уровне значимости менее 0.01 и критерии Стьюдента >3.1 . Результаты дисперсионного анализа не показали различий дисперсий данных выборок. Таким образом, при достоверности различия средних значений данные выборки имеют равные доверительные интервалы. Так, при среднем значении высоты дерева в групповых посадках 11.5м границы 95% доверительного интервала составляют 10.7м и 12.6м. Для среднего значения высоты в рядовых посадках доверительный интервал находится в пределах 9.6м и 11.4м. Разница между значениями верхней и нижней границы, в обоих случаях, равна 1,9м.

3. Биометрические показатели, характеризующие крону (объем, диаметр и ее протяженность) при различных способах посадки, но с одинаковой плотностью, не имеют

существенных различий. Расчетные значения критерия Стьюдента принимают значение меньше табличного (равного для данных выборок 2.1), что подтверждает гипотезу о равенстве средних значений и однородности исследуемых групп.

При различных способах посадки важно оценить горизонтальную проекцию кроны, то есть ее асимметрию. Асимметрия кроны - это отношение минимального радиуса кроны к максимальному. У солитера асимметрия кроны чаще всего отсутствует. В данном случае натурные исследования показали, что радиусы кроны в различных направлениях имеют значительные различия. В рядовых посадках средний наибольший радиус у деревьев равен 2.9м и направлен перпендикулярно линш посадки деревьев, минимальный - вдоль ряда, и составляет 2.4м. Коэффициент асимметрии крон в рядовых посадках равен $2.4/2.9=0.83$, в групповых он составляет $2.6/2.8=0.89$. Минимальный радиус кроны наблюдается в зоне соприкосновения деревьев в группе.

На основании анализа полученной информации о росте и состоянии деревьев и насаждений, связанных с особенностями структуры различных типов посадки, можно отметить:

1. В возрасте 27 лет лиственница при плотности посадки 4.0 м находится в стадии взаимовлияния крон. В данном периоде прослеживается смыкание крон деревьев, с четко выраженной асимметрией крон.

2. Биометрические характеристики, описывающие состояние кроны, изменяются в одинаковых пропорциях и не имеют существенных различий.

3. На рост деревьев одной породы и возраста, помимо типа и плотности насаждения, оказывают влияние другие факторы городской среды, а также взаимовлияние совместного произрастания с деревьями других пород. Так, береза, растущая с лиственницей (на расстоянии 6.0м), с одной стороны, своим биохимическим влиянием и расположением с южной стороны подавляет ее рост в высоту, чем и объясняются более низкие значения высоты в ряду, по сравнению с деревьями, растущими чистыми группами. Аналогичные данные приведены в ряде работ, освещающих опыт выращивания лиственницы с березой. С другой стороны, размещение березы вдоль улицы с интенсивным движением автотранспорта смягчает влияние его вредных выбросов на рост лиственницы. В результате, при одинаковых объемах крон размеры ствола в рядовых посадках существенно выше, чем в групповых. Следовательно, эффективность работы кроны в посадках, подверженных большому влиянию выбросов автотранспорта, оказалась ниже. Таким образом, при анализе роста деревьев в зеленых насаждениях городов необходимо учитывать все многообразие условий городской среды.

Библиографический список

1. Витязь В.И. и др. Экологические структуры Красноярска. Препринт 119 б АН СССР ин-т биофизики. Красноярск .1990. - 68 с.
2. Колесниченко М.В. Биохимические взаимодействия древесных растений. М.: Лесная промышленность, 1976. 184с.

3. Крушлинский В.И. Город и природа Сибири: Архитектурно-планировочные аспекты - Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1986. - 232с.
4. Разумовский Ю.В., Фурсова Л.М. К вопросу о возрастных изменениях объемно-пространственной структуры парковых территорий.//Науч. тр. ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство. Вып.246. М.:МЛТИ, 1991.С.84-93.

Поступило в редакцию 1 июня 2003 г.