

УДК 711.168

Е.В. АВДЕЕВА (РОССИЯ), Е.А. ВАГНЕР (РОССИЯ), А.А. ИЗВЕКОВ (РОССИЯ)

ЛАНДШАФТНЫЕ РЕСУРСЫ – ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ г. КРАСНОЯРСКА И ЕГО ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЫ)

The landscape resources determine the distribution and vegetation productivity of planting in the urban areas. Definition of degree of conformity of parameters of ecological niches of wood plants bioclimatic district resources will allow to prove assortment of plants for gardening of a city from kinds of the most adapted for local conditions and to generate adequate technologies on care of them.

Урбанизированная среда создается на базе ландшафтных ресурсов, которые являются основанием для размещения техногенных объектов и в сочетании с природным окружением служат основой ее композиционного построения. Средопродуцирующая способность ландшафтов определяет комфортность территории. В настоящее время сложившиеся приемы озеленения Красноярска, ландшафтно-эстетические принципы их формирования, а также нормативно-техническая база проектирования не обеспечивают комфортность городской среды. Поэтому разработка направлений и принципов реконструкции системы озеленения должна опираться на экологические исследования ландшафтных процессов, выявление основных источников экологических напряжений, изучение интегрированного воздействия техногенных стрессоров.

Ландшафтные ресурсы, в соответствии с которыми создаются урбанизированные комплексы, предопределяют граничные условия их техногенной трансформации. Наиболее устойчивым и консервативным блоком системообразующих факторов природной среды является геоморфологический каркас территории. Территория района исследований характеризуется значительным разнообразием рельефа. Красноярск и его зеленая зона расположены на стыке трех геоморфологических стран: Западно-Сибирской равнины, Среднесибирского плоскогорья и Алтае-Саянской горной страны. Северо-западная часть Красноярска находится в пределах Красноярской лесостепной предгорной равнины. По ее восточной окраине проходит долина р. Енисей, насчитывающая девять террас различной сохранности, на которых расположена основная часть города, а его южная часть входит в состав природной провинции Саянских гор Алтае-Саянской горной страны [1].

Важную роль в формировании ландшафтных особенностей Красноярска играет долина р. Енисей. Она является полосой переходных ландшафтов между крупными природными зонами и занимает преобладающую часть города. Ее ширина на разных берегах неодинакова: на правом – она изменяется от 1 км у руч. Лалетина до 8 км при впадении р. Березовки. Левобережная долина при впадении р. Кача и в северной части города значительно расширяется (до 6–8 км). В целом она представляет собой ступенчатую эрозионно-аккумулятивную равнину со сложной морфологией. В соответствии

с разнообразием форм рельефа и геологического строения, наличием водных акваторий и растительности, т. е. природно-генетических признаков местности, выделяются различные типы природных ландшафтов, на фоне которых сложилась и развивается территория города и пригородной зоны (рисунок) [2, 3].

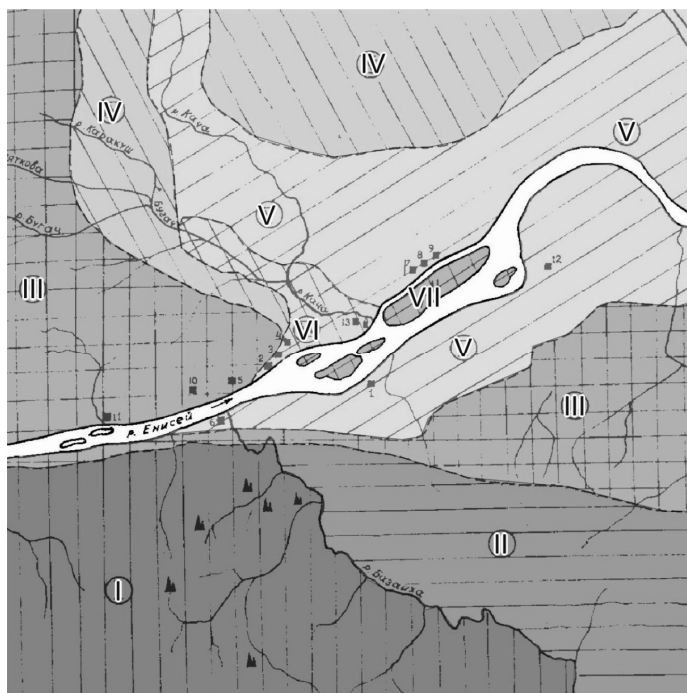


Схема ландшафтного районирования территории города Красноярска и прилегающей зоны [2].
Ландшафты: I – горной темной тайги Куйсумских гор, II – светлохвойной тайги Торгашинского хребта,
III – подтайги, IV – северной лесостепи, V – южной лесостепи, VI – степи, VII – поймы реки

Климатические особенности Красноярска и его пригорода определяются его нахождением в зоне умеренного климата с ярко выраженной континентальностью. Это объясняется расположением данной территории почти в центре Азиатского материка и удаленностью от водных поверхностей [4, 5]. Растительный покров района исследования сформировался под воздействием структурных и климатических особенностей местности и представлен тремя зонально-поясными экосистемами: таежных лесов, подтаежных лесов и лесостепной [6].

Лесостепные экосистемы приурочены к нижней высотной ступени и занимают почти всю территорию всхолмленной равнины. Участки луговых (злаково-разнотравных) и настоящих (полюнно-злаковых, дерновинно-злаковых) степей пространственно сочетаются с небольшими массивами березовых и сосновых лесов, образуя зональные лесостепные комплексы. Территория степей в настоящее время почти полностью распаханна. На крутых инсолируемых склонах в долинах рек Енисей, Кача, Есауловка выделяются небольшие по площади контуры каменистых степей. К вогнутым элементам ландшафта приурочены разреженные травянистые группировки из степных и горно-степных видов, заросли кустарников и березняки.

Подтаежные лесные экосистемы представлены сосновыми, реже лиственничными лесами и производными от них березовыми и осиновыми. Они приурочены к предгорьям и низкогорьям Восточного Саяна. Подтаежные леса отличаются высокой производительностью древостоев. Однако в настоящее время их площади значительно сокращены за счет вырубок, создания искусственных насаждений и хозяйственного освоения. Это привело к тому, что сильно измененные антропогенными воздействиями подтаежные и таежные территории, прилегающие к железнодорожной магистрали, имеют в настоящее время почти лесостепной облик.

Таежные экосистемы представлены преимущественно горно-таежными лесами. В таежных лесах к долинам рек в основном приурочена ель, в подтайге и лесостепи долины малых рек заняты ельниками и березняками. Ввиду того что территория района исследований находится на стыке трех физико-географических стран, данные зональные ландшафтные подразделения имеют переходные черты.

Под влиянием ландшафтных структур формируются различные мезоклиматические условия, которые определяют распространение и продуктивность растительности. Поэтому для полного

использования возможностей древесных растений в насаждениях городов необходимо установить степень их соответствия климатическим ресурсам местности. Анализ литературы показал [2, 6], что установить степень соответствия ресурсов среды экологическим нишам растений можно по ряду параметров.

Среди них:

- термические ресурсы: сумма активных температур воздуха, определяющая активную вегетацию растительности;
- средняя многолетняя температура января, определяющая адаптацию растений к зимним условиям;
- условия увлажнения территории: гидротермический коэффициент Селянинова, относительная влажность воздуха наиболее активного периода вегетации (июля) во время суток с минимальными ее показателями (13 часов);
- высота и структура снежного покрова.

В качестве исходных материалов для анализа метеорологических условий использовались данные многолетних наблюдений на метеостанциях «Столбы»; Сорокино; Красноярск, Опытное поле; Красноярск, город, расположенных на территории города и его зеленой зоны.

В течение всего года в районе Красноярска преобладают циклоны, приходящие с юго-запада (63 %). В холодный период наблюдаются антициклоны западного и северо-западного направлений. Под влиянием Азиатского антициклона в Красноярске зимой устанавливается сухая, малооблачная погода с сильными морозами. Циклоны вызывают повышение температуры, оттепели и осадки. В теплый период число западных антициклонов составляет 41 %, что влечет за собой понижение давления и сильное прогревание воздушных масс, формирование высоких температур и низкой относительной влажности. Большое влияние на климатические условия города оказывают северо-западные отроги Восточного Саяна. Полузатихшие циклоны, несущие атлантический воздух, несколько оживляются в горных районах, воздух охлаждается, увеличивается облачность и выпадают осадки. При движении вниз по склонам в пониженные степные части лесостепи воздушные потоки превращаются в фены. Попадая в более плотные слои атмосферы, они нагреваются, уменьшается их относительная влажность. Такой воздух, опускаясь во впадину, оказывает иссушающее действие.

В условиях холмистой местности окрестностей Красноярска холодный воздух застаивается в котловине, что способствует образованию температурных инверсий. Именно с особенностями рельефа на небольшой территории связана заметно выраженная вертикальная климатическая поясность.

Анализ среднегодовых температур показывает постепенное похолодание от степных районов (0,8 °С) к горной тайге (минус 0,9 °С). Изучение абсолютных минимальных и максимальных температур в окрестностях города выявляет заметно выраженное влияние рельефа.

Древесные породы по способности длительно переносить пониженные температуры без естественного или искусственного укрытия подразделяют на пять классов. Согласно полученным результатам, минимальные температуры декабря и января во всех природных зонах могут вызвать повреждение даже весьма морозостойких видов древесных растений.

К термическим условиям, которые необходимо учитывать при подборе ассортимента древесных растений, определении сроков выполнения технологических операций по посадке и дальнейшему уходу, относятся показатели, определяющие начало, окончание и продолжительность следующих периодов: теплого (промежуток времени между датами перехода среднесуточной температуры через 0 °С весной и осенью), большого цикла вегетации (через 5 °С), активной вегетации (соответственно через 10 °С). Температурные условия определяют оптимальные сроки весенних и осенних посадочных работ. Период от даты перехода средней суточной температуры через 5 °С до даты с температурой 10 °С является оптимальным временем проведения весенних посадочных работ. Осенние посадки рекомендуется проводить в период между датами перехода температуры от 10° до 5 °С (табл. 1).

Таблица 1

Даты начала, окончания и продолжительность периодов с различными термическими режимами

Метеостанция	Периоды с различными температурными режимами											
	большой вегетации			активной вегетации			оптимальных сроков весенних посадочных работ			оптимальных сроков осенних посадочных работ		
	Начало	Окончание	Продолжительность	Начало	Окончание	Продолжительность	Начало	Окончание	Продолжительность	Начало	Окончание	Продолжительность
«Столбы»	10,5	26,9	138	31,5	2,9	93	10,5	31,5	21	2,9	26,9	24
Сорокино	5,5	29,9	146	26,5	5,9	101	5,5	26,5	21	5,9	29,9	24
Красноярск, Опытное поле	30,4	2,10	154	20,5	12,9	114	30,4	20,5	21	12,9	2,10	29
Красноярск, город	30,4	6,10	158	16,5	15,9	121	30,4	16,5	17	15,9	6,10	26

Особое влияние на жизнедеятельность растений оказывают термические условия, которые характеризуются суммой положительных температур. Распределение сумм температур в г. Красноярске и его окрестностях колеблется под влиянием форм рельефа, экспозиции склонов и других местных особенностей.

На возвышенных открытых участках суммы положительных температур меньше, чем на равнине. В долинах рек, лощинах, оврагах они значительно увеличиваются по сравнению с открытым ровным местом. Наибольшая сумма среднесуточных температур воздуха вегетационного периода отмечается в котловинных участках местности (на мтс. Красноярск, город она составляет 1433 °С), наименьшая – на территории горно-таежных ландшафтов (мтс. «Столбы» – 853 °С).

Важными показателями продуктивности климата являются радиационный баланс, прямая и рассеянная солнечная радиация. По наблюдениям на мтс. Красноярск, Опытное поле период с положительным радиационным балансом составляет 8 месяцев – с марта по ноябрь, в мае – августе – от 494 до 654 МДж/м². При этом в процессе фотосинтеза используется фотосинтетически активная радиация, максимум которой в данном регионе приходится на июнь и достигает 323 МДж/м². За период большой вегетации приход фотосинтетически активной радиации составляет 1311 МДж/м². Однако заморозки значительно снижают возможности ее использования.

На сроки заморозков большое влияние оказывают особенности рельефа. На открытых возвышенных участках и в городских условиях безморозный период на поверхности почвы продолжительнее, чем в пониженных местах. Самые поздние весенние заморозки отмечаются в конце июня. Они приносят наибольший вред растениям, так как наблюдаются во время высоких среднесуточных температур.

Комплексной характеристикой условий перезимовки древесных растений является степень суровости зимы. Коэффициенты степени суровости зимы, рассчитанные по формуле Шульгина, в которой взаимосвязаны абсолютный минимум температуры воздуха за самый холодный месяц и средняя высота снежного покрова за этот же период, показали, что для условий Красноярска (по данным всех метеостанций) степень суровости зимы определяется как суровая.

Условия увлажнения территории оцениваются средней многолетней суммой осадков и распределением их во времени. В горных районах количество осадков выше, чем в пониженных лесостепных частях пригородной зоны. При этом прослеживается общая закономерность в их распределении по сезонам года: минимум выпадает в холодный период, максимум – в теплый. Оценка влагообеспеченности различных ландшафтных зон территории зеленой зоны Красноярска по гидротермическому коэффициенту Селянинова и градация зон увлажнения показали, что в зависимости от сложившихся температурно-влажностных условий в пригородной зоне и городе выделяются участки как с избыточным увлажнением (в районе заповедника «Столбы»), так и слабо засушливые – в степной ландшафтной зоне (в районе мтс. Красноярск, город).

Согласно анализу дендроклиматических ресурсов в сочетании с ландшафтными особенностями территории район исследований весьма неоднороден. В целом выделяется три дендроклиматических подрайона.

I. Средне- и низкогорные ландшафты темно- и светлохвойной тайги и подтайги, охватывающие западные и южные склоны Восточного Саяна, Торгашинского хребта, правобережной и частично западной части левобережной территории города, испытывают избыточное увлажнение.

II. Ландшафт лесостепной предгорной равнины, представляющий холмистый рельеф водоразделов и равнинный рельеф верхних террас Енисея, относится к северо-западной части пригородной зоны города. Это достаточно увлажненная территория, вегетационный период здесь обеспечен достаточными биологическими ресурсами.

III. Ландшафт степи характерен для долины р. Енисей, крутых берегов рек Кача и Бугач, склонов возвышенностей южной экспозиции в северной части пригородной зоны города. По степени увлажнения подрайон относится к слабо засушливой территории, количество выпадающих осадков меньше испаряемости.

Таким образом, правомерно сопоставление параметров экологических ниш деревьев и кустарников, произрастающих на территории данных ландшафтных зон в лесах умеренной зоны и используемых в озеленении города, с ландшафтными ресурсами данной местности [7]. В качестве материала для анализа использовались параметры экологических ниш 15 пород и характеристики основных дендроклиматических районов [8]. Сравнительная оценка дендроклиматических ресурсов среды и параметров экологических ниш растений проводилась по 11 критериям: гидротермический коэффициент, сумма активных температур, температура января, сумма осадков за теплый период, сумма осадков

за холодный период, относительная влажность воздуха, высота снежного покрова, элементы мезорельефа, экспозиция склонов, наличие вечной мерзлоты, механический состав почвы. Полнота соответствия параметров среды условиям экологических ниш растений равна 1, снижение показателя идет за счет наличия пограничных условий между средой и показателями экологической ниши, 0 означает несоответствие даже одного параметра экологической ниши характеристике среды. Обобщенные данные по оценке степени соответствия экологических ниш растений ресурсам среды представлены в табл. 2.

Таблица 2

Степень соответствия экологических ниш растений ресурсам среды

Место произрастания	Древесные растения														
	Лиственница (<i>Larix</i>)	Береза (<i>Betula</i>)	Сосна (<i>Pinus</i>)	Клен (<i>Acer</i>)	Дуб (<i>Quercus</i>)	Липа (<i>Tilia</i>)	Ива (<i>Salix</i>)	Ель (<i>Picea</i>)	Пихта (<i>Abies</i>)	Черемуха (<i>Padus</i>)	Шиповник (<i>Rosa</i>)	Можжевельник (<i>Juniperus</i>)	Рододендрон (<i>Rhododendron</i>)	Лещина (<i>Corylus</i>)	Жимолость (<i>Lonicera</i>)
Степень соответствия параметров экологических ниш растений ресурсам среды															
Темнохвойная тайга	0,64	0,82	0,72	0	0	0	0,54	0,91	0,91	0,73	0,67	0,33	0,56	0	0,89
Светлохвойная тайга	0,82	0,91	0,91	0,64	0	0	0,91	0,54	0,45	0,64	0,78	0,67	0,22	0	0,89
Лесостепь	0,82	0,82	0,73	0,73	0,45	0,45	0,91	0	0	0	0,33	0	0	0,33	0,89
Степь	0,64	0,54	0,73	0,73	0,45	0,36	0	0	0	0	0,67	0	0	0,56	0,67

Результаты исследований позволили провести анализ связей между параметрами экологических ниш 15 древесных пород и параметрами ландшафтных зон. Степень соответствия характеризует чувствительность растений к определенной среде. Так, природные условия всех представленных ландшафтных зон соответствуют параметрам экологических ниш лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), березы повислой (*Betula pendula*), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), жимолости обыкновенной (*Lonicera xylosteum*) и розы морщинистой (*Rosa rugosa*).

На территории темнохвойной и светлохвойной тайги сумма активных температур не отвечает биологическим требованиям дуба монгольского (*Quercus mongolica*), клена остролистного (*Acer platanoides*), липы мелколистной (*Tilia cordata*), лещины разнолистной (*Corylus heterophylla*). Ландшафты лесостепи и степи по условиям сочетания температуры и влажности не соответствуют требованиям для роста пихты сибирской (*Abies sibirica*), ели сибирской (*Picea sibirica*), можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica*), ивы белой (*Salix alba*) и черемухи обыкновенной (*Padus avium*). Таким образом, режимы увлажнения и температуры воздуха выступают лимитирующими факторами для развития древесных растений в данных условиях.

Результаты оценки дендроклиматических ресурсов с учетом ландшафтных особенностей района исследований показывают, что данная территория обладает значительным биологическим потенциалом, при этом зональные ландшафтные подразделения имеют переходные черты. Изучение структуры растительности по условиям местообитания позволяет сделать выбор ассортимента древесных растений, наиболее устойчивых для конкретных ландшафтных условий. Установленные связи морфометрических особенностей древесных растений с оценкой ресурсов среды будут способствовать внедрению наиболее приспособленных к местным условиям древесных видов в городское зеленое строительство и адекватному подбору технологических мероприятий по уходу за насаждениями. Увеличение в городских насаждениях доли видов, обладающих высокими декоративными качествами, параметры экологических ниш которых максимально соответствуют параметрам среды каждого района города, позволит более полно решать проблему формирования индивидуального облика сибирского города.

1. Средняя Сибирь / Под ред. И.П. Герасимова. М., 1964.
2. Кириллов М. В. Природа Красноярск и его окрестностей. Красноярск, 1988.
3. Ананьева Т. А. Руководство по геологической практике в окрестностях Красноярск. Красноярск, 1995.

4. Будыко М. И. Климат в прошлом и будущем. Л., 1980.
5. Климат Красноярска / Под ред. Ц.А. Швер, А.С. Герасимовой. Л., 1982.
6. Природный комплекс большого города: Ландшафтно-экологический анализ / Э.Г. Коломыц и др. М., 2000.
7. Пузаченко Ю. Г., Скулкин В. С. Структура растительности лесной зоны СССР. Системный анализ. М., 1981.
8. Авдеева Е. В. Рост и индикаторная роль древесных растений в урбанизированной среде. Красноярск, 2007.

Поступила в редакцию 08.12.11.

Елена Владимировна Авдеева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологий и машин природообустройства Сибирского государственного технологического университета.

Екатерина Алексеевна Вагнер – аспирант кафедры технологий и машин природообустройства Сибирского государственного технологического университета. Научный руководитель – Е.В. Авдеева.

Александр Александрович Извеков – аспирант кафедры технологий и машин природообустройства Сибирского государственного технологического университета. Научный руководитель – Е.В. Авдеева.