

А.М. Данченко, М.А. Данченко, А.Г. Мясников

Биологический институт Томского государственного университета (г. Томск)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ (НА ПРИМЕРЕ г. ТОМСКА)

Изучено современное состояние лесов г. Томска – крупного промышленного центра. Полученные результаты могут быть использованы для разработки концепции озеленения городских территорий, создания базы данных и организации постоянного мониторинга насаждений и городских лесов и состояния почв рекреационных зон, а также для обоснования и внедрения нормативов предельно-допустимого воздействия загрязнителей воздуха на насаждения и почвенный покров города. В работе подробно рассмотрены вопросы, касающиеся современного состояния, структуры и использования городских лесов, рекреационной оценки лесных ландшафтов, санитарно-гигиенического состояния и рекреационной дигрессии городских лесов.

Ключевые слова: *урбоэкосистема; древесные насаждения; напочвенный покров; лесопарковый ландшафт; санитарно-гигиеническая оценка насаждений; рекреационная дигрессия насаждений.*

Рост городов, а следовательно, и площадей урбанизированных территорий создает кризисные экологические проблемы. В пределах городов имеет место интегральное воздействие большого числа негативных факторов, приводящее к значительному ухудшению условий жизни населения. Современная урбоэкосистема характеризуется высоким уровнем загрязнения вследствие интенсивного развития промышленности и транспорта. В пределах города и в его окрестностях изменяется также ряд климатических характеристик, происходит трансформация растительности.

Изучение экологической ситуации в городах является одним из приоритетных направлений в исследованиях окружающей среды. В процессе становления города постепенно происходит деградация его природной экосистемы и на ее месте формируется совершенно новая антропогенная система (урбоэкосистема), для которой характерны специфические черты. Напряженность экологических проблем определяется масштабами города, природными условиями территории, характером промышленного производства, особенно сферами застройки, уровнем культуры горожан и их отношением к городскому хозяйству [1].

Современный город выступает в роли источника кризисных экологических проблем, вызывающих изменения показателей состояния здоровья населения. Антропогенные потоки вещества, образующиеся в ходе производственно-бытовой деятельности горожан, чрезвычайно многообразны и в большинстве случаев характеризуются высокими концентрациями химических

элементов, в том числе и токсичных. Включаясь в природные циклы миграции, антропогенные потоки приводят к быстрому распространению загрязняющих веществ в компонентах городского ландшафта, где неизбежно их взаимодействие с человеком. Анализ путей миграции антропогенных потоков и выявление векторов их взаимодействия с окружающей средой – необходимое звено в цепи многофакторной оценки экологической обстановки в городах [2].

Для многих сибирских городов, в том числе и Томска, характерны проблемы, связанные со слабым потенциалом самоочищения атмосферного воздуха, скоплением большого числа автотранспорта, размещением в городской черте крупных промышленных предприятий, применением производственных технологий с недостаточной экологической защитой. Для улучшения экологической обстановки городов необходимо выявление уровней техногенного загрязнения основных депонирующих сред городской территории – воздушного бассейна, почвенного покрова, зеленых насаждений, водных объектов. Большое значение для экологической оценки имеют также данные о микроклиматических особенностях города, ландшафтном строении территории, плотности и качестве застройки, распределении зеленых зон [3].

В г. Томске процесс техногенного загрязнения компонентов городской среды протекает интенсивно, захватывая все большую территорию, поэтому настоятельной необходимостью становится проведение мероприятий по оптимизации их состояния. Улучшение условий жизни населения г. Томска во многом связано с сохранением и развитием городских и пригородных зон массового отдыха. В городе вообще не проводилось комплексных исследований состояния рекреационных зон, их соответствия санитарно-гигиеническим, экологическим и эстетическим требованиям. Нет ясности в вопросе о том, в какой степени размеры и функции сложившихся зон отвечают потребностям жителей г. Томска, если учитывать общую численность населения и загрязнение городской среды.

Природные экосистемы, в том числе расположенные в пределах города, наделены свойством самоорганизации, которое дает им возможность стабильно и продуктивно функционировать в сложившихся условиях. Любые изменения этих условий могут рассматриваться как внешние нагрузки на биогеоценоз и его компоненты. В случае, если нагрузка превышает диапазон устойчивости системы, определяемый внутренними механизмами самоорганизации, происходят необратимые изменения вплоть до полного разрушения. Таким образом, для решения проблемы устойчивости экосистемы города необходимо исследовать природные закономерности ее функционирования и выявить и нормировать внешние нагрузки, дестабилизирующие ее состояние.

Материалы и методы исследования

Объектами наших исследований послужили естественные ненарушенные и естественные нарушенные серые лесные почвы и древесные породы: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), пихта сибирская (*Abies sibirica*

Ledeb.), береза повислая (*Betula pendula* Roth). Оценка состояния почвенного покрова производилась по почвенным параметрам лесной подстилки и верхних горизонтов. При обследовании состояния древесных пород особое внимание уделялось сосне обыкновенной, имеющей индикационное значение. Известно, что сосна обладает высокой чувствительностью к атмосферному загрязнению и в отличие от других хвойных степень внешнего повреждения у этой породы соответствует ее физиологическому состоянию и накоплению токсикантов в тканях.

Томская агломерация расположена в бассейне р. Томи, в южной части Томской области. В ее состав, кроме г. Томска, входят: г. Северск, поселки Лоскутово, Тимирязево, Коларово, Богашево и др. Характерными особенностями территории являются ее неоднородность в геоморфологическом отношении, что предопределяет разнообразие почв и растительности, а также замедленный поверхностный сток и слабый дренаж грунтовых вод [4]. По природному районированию Западной Сибири г. Томск расположен в подзоне южной тайги. По санитарно-климатическому районированию Сибири южная тайга относится к зоне умеренно дискомфортного климата. К абиотическим факторам, оказывающим неблагоприятное воздействие на организм человека, относятся переохлаждение зимой и перегрев летом, быстрая смена погоды, резкие суточные перепады температуры, неустойчивый ветровой режим, снежные заносы и др.

Результаты исследования и обсуждение

Природное окружение г. Томска богато и разнообразно. Непосредственно в районе города в природной флоре встречается 90 видов древесных растений, причем значительная часть их представлена полукустарниками и кустарниками, не имеющими большого значения для лесного хозяйства и зеленого строительства. Наибольшее хозяйственное значение имеет семейство сосновых, представленное пятью лесообразующими породами – сосной обыкновенной, кедром сибирским, елью сибирской, пихтой сибирской и лиственницей сибирской. Березовые леса представлены березой повислой и берёзой пушистой (*Bétula pubéscens*). Произрастают в основном на месте хвойных лесов. Из других лесообразующих пород следует отметить осину, тополь, древовидные ивы и кустарники. Всего в арборифлоре г. Томска в ходе наших исследований было обнаружено: 18 видов деревьев, 39 видов кустарников, 10 видов кустарничков и 23 вида полукустарничков.

В травяном покрове обнаружено: 30 видов лесных, 10 лесостепных, 20 луговых, 12 рудеральных и придорожных – всего 72 вида. Видовая насыщенность напочвенного покрова в основном удовлетворительная. Определенную тревогу вызывает интенсивное проникновение сорных для леса травянистых растений – пырея ползучего (*Elytrigia répens*), подорожника большого (*Plantágo májor*), полыни горькой (*Artemisia absinthium*), крапивы двудомной (*Urtica dióica*), лопуха войлочного (*Arctium tomentosum*), что свидетельствует об интенсивном антропогенном давлении на насаждения, ослаблении процессов возобновления подроста и подлеска. Это явление предопределило необ-

ходимость более детального изучения устойчивости насаждений городских лесов и разработки мероприятий по их восстановлению и рациональному использованию.

Леса г. Томска (далее – городские леса) занимают площадь 8 293 га, в том числе покрытую лесом – 8 243 га, из которых 61 га составляют искусственные насаждения. Не покрытые лесом земли представлены несомкнувшимися лесными культурами и бывшими площадями лесных питомников – 33 га, вырубками, гарями, пустолями и прогалинами – на площади 17 га. Располагаясь в непосредственной близости от гг. Томска и Северска, городские леса полностью испытывают высокие антропогенные и техногенные нагрузки и в настоящее время представлены производными листовыми насаждениями, сформировавшимися на месте коренных темнохвойных лесов.

Основными лесообразующими породами городских лесов являются: береза повислая, занимающая площадь 2733 га, осина обыкновенная (*Pópusulus trémula*) – 2042 га, сосна обыкновенная – 1821 га, пихта сибирская представлена на площади 508 га, ель сибирская – 346 га. На переувлажненных понижениях распространены: древовидные ивы – 666 га и тополь серебристый (*Pópusulus álba*) – 53 га. Незначительно представлены кедр сибирский – 32 га, лиственница сибирская – 40 га, а также клен ясеневидный (*Acer Negundo Flamingo*) – 2 га. В подлеске широко представлены: рябина сибирская (*Sorbus sibirica*), черемуха обыкновенная (*Prúnus pádus*), смородина черная (*Ríbes nígrum*), смородина красная (*Ribes rubrum*), калина обыкновенная (*Viburnum opulus*), реже встречаются – акация желтая (*Caragána arboréscens*), боярышник кроваво-красный (*Crataégus sanguínea*), малина обыкновенная (*Rubus idaeus*), спирея дубравколистная (*Spiraea chamaedry-folia*) и шиповник майский (*Rosa majalis*).

В большинстве насаждений подлесок густой и средней густоты, формируется несколькими видами кустарников. Напочвенный покров густой, представлен злаками, разнотравными широколиственными группировками. В городских лесах преобладают насаждения, смешанные по составу и сложные по строению. В составе хвойных насаждений 19% представляют листовые породы, участие хвойных в листовых лесах составляет около 7%. В примеси отмечено присутствие интродуцентов – вяза малого (*Ulmus minor*), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), сердцелистной липы (*Tilia cordáta*) и яблони сибирской (*Malus Baccata*).

Состояние и структура насаждений городских лесов

Возрастная структура и строение городских лесов существенно отличаются от аналогичных показателей лесов Федерального лесного фонда. Абсолютно доминируют средневозрастные насаждения, которые составляют 51% покрытой лесом площади, спелые и перестойные составляют 32%, приспевающие – 11% и молодняки – 6%. При этом 83% хвойных насаждений отнесены к средневозрастным, 6% – к приспевающим, 5% – к молоднякам и 6% – к спелым. В то же время 45% листовых древостоев являются спелыми и перестойными, 35% – средневозрастными, 14% – приспевающими и 6% –

молодняками. Запасы древесины в городских лесах составляют 1466,4 тыс. м³, в том числе хвойной – 666,2 тыс. м³ и лиственной – 800,2 тыс. м³.

Лесорастительные условия земель, занятых городскими лесами, благоприятны для произрастания всех видов сибирской арборифлоры. Средняя производительность лесорастительных условий оценивается II классом бонитета. Высшие классы бонитета – у сосновых (Ia, 9) и лиственных (Ia, 2) насаждений. В хвойном хозяйстве производительность всех пород выше III класса бонитета. Средний класс бонитета хвойных насаждений – I, 4, а мягколиственных – II, 4. Насаждения II класса бонитета занимают 58,6% покрытой лесом площади. В хвойном хозяйстве присутствуют насаждения сосны и лиственницы Ib класса бонитета (0,5%), а в мягколиственном – IV (древовидные ивы) – V класса бонитета. Насаждения пихты, произрастая на несвойственных им серых лесных и дерново-глеевых почвах, имеют производительность преимущественно II класса бонитета. Древовидные ивы занимают небольшие переувлажненные западины, где формируют древовидные заросли IV–V классов бонитета.

В целом насаждения Ib–III классов бонитета представляют 90,2% земель лесного фонда. Насаждения с полнотами 0,6–0,7 занимают 62,3% покрытых лесом земель, с полнотами 0,3–0,5 – 26,7% и с полнотами 0,8–1,0 – только 11%. Средняя полнота городских лесов 0,61. Средняя полнота насаждений хвойных пород 0,65, а лиственных – 0,59. По породам средняя полнота у хвойных изменяется от 0,52 у кедра до 0,81 у лиственницы. Средняя полнота березовых насаждений 0,58 и осиновых 0,61, что объясняется способностью осины возобновляться корневыми отпрысками. Средний возраст городских лесов 70 лет, что свидетельствует об относительной молодости насаждений. При этом средний возраст сосны 77 лет, ели – 99 лет, пихты – 81 год, лиственницы – 47 лет и кедра 115 лет, а в среднем хвойных пород – 80 лет. Средний возраст березняков 78 лет, осинников – 58, а в среднем лиственных – 65 лет. Средний запас древесины 178 м³/га, в том числе хвойных – 243 и лиственных – 145 м³/га. Максимальный запас отмечен в насаждениях кедра – 301 м³/га и сосны – 249 м³/га. Средний запас березовых насаждений 149 м³/га, осиновых – 167 м³/га. Относительная молодость и высокая продуктивность насаждений определяют высокие показатели ежегодного прироста, который по городским лесам равен 2,3 м³/га, а по хвойным – 3 м³/га [6].

Типологическое разнообразие городских лесов невелико, определяется не только лесорастительными условиями, но и многолетним антропогенным давлением на лесные экосистемы. Абсолютно доминируют насаждения разнотравного типа леса, которые занимают 74,5% покрытой лесом площади. Преобладание разнотравного типа леса характерно для всех пород, кроме осины, 1104 га которой отнесено к широколиственному типу леса и древовидных ив (666 га), включенных в травяно-болотный тип леса. Насаждения мшистого типа леса представлены небольшими участками сохранившихся коренных хвойных лесов. Березняки вейниковые (0,9%) и осинники папоротниковые сформировались на месте произраставших ранее продуктивных пихтовых лесов. За период с 1931 по 1997 г. на территории городских лесов проведены посадки сосны на площади 634 га, лиственницы – 43 га, кедр – 24 га, березы

–13 га, липы мелколистной – 4 га, тополя – 1 га (всего 728 га). Из них переведено в покрытую лесом площадь 610 га, или 84%, осталось несомкнувшимися 23 га, погибло и списано 40 га. Остальные 5 га созданы и остаются под пологом леса с целью улучшения состава древостоев.

К 400-летию г. Томска (2004 г.) на площади 1,5 га высажено 400 крупномерных саженцев кедра сибирского. Юбилейные посадки продолжались в 2005 и 2006 гг. и проведены на общей площади 3,2 га, а в 2008 г. за посадками начаты уходы с целью предупреждения зарастания их лиственным возобновлением березы и осины. Качество сохранившихся культур прошлых лет довольно высокое. Хорошую и удовлетворительную оценку имеют 84% посадок, в том числе посадок сосны обыкновенной – 86%, лиственницы сибирской – 74% и кедра сибирского – 79%. Из культур, созданных под пологом леса, удовлетворительно оценивается 63% и неудовлетворительно – 37%. Основными причинами неудовлетворительного состояния являются ненадлежащий и несвоевременный уход и зарастание посадок лиственными породами.

Рекреационная оценка лесных ландшафтов

Ландшафт – это взаимосвязанный комплекс различных природных компонентов: материнской породы, рельефа, почв, водных пространств и растительности. Основным компонентом лесного ландшафта является древесная растительность. Состав и структура ландшафта определяются лесорастительными условиями, сложением и формой древостоев, биологическими особенностями составляющих их видов, характером смешения, пространственным размещением деревьев, возрастом древостоя и сомкнутостью древесного полога. Ландшафты, образовавшиеся естественным путем без вмешательства человека, называют природными. Ландшафты, созданные или видоизмененные человеком, в том числе и в процессе хозяйственной деятельности, являются антропогенными. Лесопарковый ландшафт как основной вид используемого для отдыха лесного ландшафта – это видоизмененный антропогенный ландшафт, созданный в процессе многолетнего ведения лесопаркового хозяйства. Он представляет сочетание растительности, элементов благоустройства, инженерных и обслуживающих сооружений, создающее благополучную обстановку для организации отдыха населения. Ландшафт отдельного лесопарка обычно называют мезоландшафтом, а отдельных участков, таксационных выделов лесопарка – микроландшафтом. Микроландшафт занимает небольшую площадь, но имеет все признаки лесопарка, является основным элементом его проектирования и строительства, а также ведения лесопаркового хозяйства [7].

По наличию, состоянию и размещению растительности лесные территории делятся на группы, серии и типы ландшафтов (табл. 1). Минимальной единицей классификации является тип ландшафта, который выделяется по преобладающей древесной породе, типу леса и группе возраста населения. Типы ландшафтов объединены в серии по полноте древостоя сомкнутости полога и размещению деревьев по площади участка.

Классификация лесопарковых ландшафтов

Группа	Серия	Тип
Закрытые пространства	1а. ДревоСТОИ горизонтальной сомкнутости 0,6–1,0 с равномерным размещением деревьев	Выделяют по преобладающей породе, типу леса и группе возраста
	1б. ДревоСТОИ вертикальной сомкнутости 0,6–1,0 с неравномерным размещением деревьев	—«—
Полуоткрытые пространства	2а. Изреженные древоСТОИ сомкнутостью 0,3–0,5 с равномерным размещением деревьев	—«—
	2б. Изреженные древоСТОИ сомкнутостью 0,3–0,5 с групповым неравномерным размещением деревьев	—«—
	2в. Рединные древоСТОИ сомкнутостью 0,1–0,2	—«—
Открытые пространства	3а. Участки единичных деревьев или молодянки высотой до 1 м	Вырубки, луга, поляны, прогалины
	3б. Участки без древесной растительности	Сенокосы, пустыри, другие не покрытые лесом земли, болота, водные пространства

Группы ландшафтов выделены по обозреваемости и просматриваемости территории, разделены на закрытые, полуоткрытые и открытые пространства. Закрытые пространства, или группы ландшафтов, объединяют древоСТОИ с полнотой 0,6 и выше, разделяются на ландшафты вертикальной и горизонтальной сомкнутости. Закрытые ландшафты горизонтальной сомкнутости представляют одноярусные насаждения с равномерным размещением деревьев по площади таксационного выдела. ДревоСТОИ вертикальной сомкнутости преимущественно смешанные по составу, двухъярусные, разновозрастные с групповым размещением деревьев.

Группа полуоткрытых ландшафтов представлена изреженными насаждениями с полнотой 0,3–0,5 с равномерным и групповым размещением деревьев, а также лесными редидами с полнотой 0,1–0,2. Полуоткрытые ландшафты с групповым размещением деревьев составлены обособленными группами деревьев, разделенными безлесными полянами или лугами. ДревоСТОИ с равномерным размещением деревьев характерны хорошей освещенностью территории, развитием крон и напочвенного покрова. К полуоткрытым ландшафтам относятся также лесные редины с полнотой 0,1–0,2. Такие участки весьма привлекательны для организации отдыха, а также с учетом пейзажной выразительности изреженных деревьев, их породного состава, защитных, санитарно-гигиенических и эстетических свойств могут использоваться для строительства мест отдыха любого функционального значения. К открытым ландшафтам относятся лесные и нелесные земли с единичными деревьями, заросшие кустарниками и отсутствием лесной растительности.

К сожалению, при инвентаризации лесного фонда лесоустроители учитывали только площади, покрытые лесной растительностью, что существенно исказило ландшафтную структуру городских лесов. По материалам лесоустройства открытые ландшафты выделены на площади 33 га, что составляет 0,4% территории городских лесов. В то же время в городских лесах, расположенных в непосредственной близости от городской застройки, открытые участки составляют 30–40% от общей площади.

Закрытые ландшафты занимают 70,9% площади городских лесов, в том числе с горизонтальной сомкнутостью древесного полога 61,9% и с вертикальной сомкнутостью – 9%. Полуоткрытые ландшафты преобладают на 28,7% площади, из которых 23,5% представлены насаждениями с равномерным размещением деревьев и 5,2% – с групповым. Приведенные показатели говорят о неудовлетворительной ландшафтной структуре городских лесов, необходимости проведения новой ландшафтной таксации насаждений при проектировании и строительстве объектов отдыха и значительных материнских затрат на оптимизацию лесопарковых ландшафтов. Рекреационная оценка определяет пригодность ландшафтов для организации массового отдыха. Существует три категории рекреационной оценки: высокая, средняя и низкая. Высокую рекреационную оценку получают ландшафты, пригодные для отдыха, без проведения каких-либо мероприятий по их улучшению; среднюю – нуждающиеся в очистке территории от захламленности, уходу за деревьями, подростом или подлеском; низкую – требующие коренной реконструкции участки низкой рекреационной оценки практически не пригодные для отдыха, требующие проведения восстановительных работ вплоть до замены части насаждений.

Проведённая нами инвентаризация лесного фонда показала, что 69% площадей городских лесов имеют низкую рекреационную оценку, 20,9% – среднюю и только 10,1% – высокую. Не пригодны для отдыха и требуют реконструкции практически все городские насаждения с преобладанием осины и более 80% березняков из-за высокой захламленности, сухостоя и низкой проходимости. Только 31% городских лесов, в основном хвойные насаждения, пригодны для организации отдыха.

Факторами, определяющими рекреационную оценку ландшафтов, являются проходимость, просматриваемость и эстетическая оценка насаждений. Проходимость и просматриваемость участков являются важными показателями эстетического восприятия и оценки окружающих пейзажей, зависят от густоты и размещения деревьев, сомкнутости древесного полога, освещенности захламленности участков, а также густоты и высоты подроста и подлеска.

Проходимость определяется возможностью передвижения по участку и разделяется на три класса оценки. Хорошей проходимостью обладают участки, на которых удобно передвигаться во всех направлениях, при средней проходимости передвижение ограничено по некоторым из них, а при низкой – затруднено во всех направлениях из-за заболоченности, ветровала или бурелома.

Просматриваемость, или обозреваемость, лесных ландшафтов определяется расстоянием, на котором по стволу можно определить породу дерева и

другие элементы ландшафта. Хорошая оценка просматриваемости дается ландшафтам, в которых по стволу можно определить породу дерева на расстоянии 40 м и более, средняя – 20–40 и низкая – до 20 м. В городских лесах ландшафты высокой проходимости преобладают на 18,3% площадей, средней – 74%, низкой – 7,7%. Участки со средней оценкой просматриваемости, на которых обзриваемость не превышает 40 м, занимают 64,2% площадей. Хорошая просматриваемость определена для 28% и низкая – 7,8% городских лесов [8].

Эстетическая оценка, или красота, лесных ландшафтов определяется породным составом насаждений и условиями их произрастания через зрительное восприятие. Зависит от времени года, погоды и освещенности участка. Все ландшафты делятся на три класса эстетической оценки (табл. 2).

Ландшафты 1-го класса эстетической оценки занимают хорошо дренированные местообитания, представлены здоровым древостоем без захламленности и сухостоя. В городских лесах абсолютно доминируют ландшафты 1-го класса эстетической оценки, которые занимают 6826 га, или 83,2%, лесного фонда, ландшафты 2-го класса занимают 1852 га, или 15,1%, и 3-го класса – 215 га, или 2,6%. 48% городских лесов захламлено. В то же время высокая эстетическая оценка городских лесов в процессе лесоустройства указывает на возможность реконструкции насаждений и организации мест массового отдыха.

Т а б л и ц а 2

Классы эстетической оценки лесных ландшафтов

Класс эстетической оценки	Характеристика класса
1-й	Хвойные и лиственные насаждения I–V классов бонитета на сухих и свежих почвах с хорошо развитыми кронами деревьев, здоровым подростом, подлеском и напочвенным покровом. Водные пространства по размерам и конфигурации обеспечивают обзор всего зеркала воды и окружающих ландшафтов. Ширина водоемов не более 500 м, берега извилистые, доступные, вода чистая. Водоем доступен для купания
2-й	Древостой средних классов бонитета с участием осины до 50% состава с недостаточно развитыми кронами, угнетенным подростом и подлеском, захламленность до 5 м ³ /га. Водные пространства по своим размерам не обеспечивают обзор зеркала воды и окружающей растительности. Берега прямолинейные низкие, растительность малодекоративная, затрудняет доступность к воде. Окружающие пространства неудобны для отдыха, водоем зарос камышом, участок переувлажнен, требует осушения и планировки
3-й	Насаждения хвойные и лиственные Va и Vб классов бонитета на сырых и мокрых почвах. Наличие захламленности и сухостоя более 5 м ³ /га. Водные пространства с низкими и заболоченными берегами, недоступные для посетителей, водоем загрязнен или зарос. Сюда же относятся болота всех категорий

Санитарно-гигиеническое состояние городских лесов

Санитарно-гигиеническая оценка городских лесов (табл. 3) определяется по их пригодности к выполнению санитарно-гигиенических и рекреационных функций и устанавливается с учетом необходимости проведения хозяйственных мероприятий организации отдыха. Основное негативное воздействие на экологию и санитарно-гигиеническое состояние городских лесов оказывают промышленные и энергетические предприятия гг. Томска и Северска.

В атмосферу города выбрасывается до 24,8 тыс. т в год загрязняющих веществ, в том числе твердых 3,4 тыс. т, окиси углерода – 9,6 тыс. т, диоксида азота – 7,4 тыс. т, углеводорода – 0,7, сернистого ангидрида – 1,6 и прочих загрязнителей 2,7 тыс. т (Мангазеева Т.Н., Нехорошев О.Г. Качество природной среды и состояние природных ресурсов // Состояние окружающей среды Томской области в 2004 г. Томск, 2005). Предприятия нефтехимической промышленности загрязняют воздух формальдегидами, фенолом, сажой, метанолом и аммиаком. Кроме негативных воздействий промышленных предприятий и автотранспорта, городские леса загрязняются свалками строительных и бытовых отходов. Санитарное и экологическое состояние насаждений оценивается по наличию валежа и сухостоя, захламленности и поражения грибковыми болезнями. Отмечена гибель лесной растительности от нарушения поверхностного и внутреннего стоков, насекомых – вредителей леса и грибковых болезней.

Т а б л и ц а 3

Категории санитарно-гигиенической оценки насаждений

Характеристика участка	Оценка
Может использоваться для организации отдыха без дополнительных мероприятий	Высокая
Требуются несложные мероприятия по улучшению санитарного состояния	Средняя
Требуются капитальные затраты для организации отдыха	Слабая

При проведении инвентаризации лесного фонда в городских лесах выявлено 37,2 тыс. м³ сухостоя и 68,9 тыс. м³ упавших и вывалившихся деревьев, что составляет 7,2% общего запаса насаждений. Насаждения с наличием сухостоя и валежника составляют 48% лесного фонда, в том числе в насаждениях хвойных пород 32% и мягколиственных 56%. Максимальное количество усохших и вывалившихся деревьев отмечено в насаждениях осины, березы и пихты, в которых объем сухостоя и захламленности часто превышает 30 м³/га. В сосновых насаждениях средний объем сухостоя составляет 3,5 м³/га и валежника – 6,2 м³/га, в еловых – 8 и 12,8 м³/га, а в среднем по хвойным 5,5 и 9,3 м³/га. В насаждениях кедра и лиственницы сухой и валеж отсутствуют. В березовых насаждениях средний объем сухостоя составляет 9,5 м³/га, захламленности 14,6 м³/га, в осиновых – 11,5 и 24 м³/га, в тополевых – 74 и 12 м³/га и в ивовых – 4,0 и 6,6 м³/га. Особенно высокая захламленность отмечена в насаждениях, расположенных севернее города в Кузовлевской лесной даче, что делает эти леса совершенно не пригодными для отдыха.

Рекреационная дигрессия и устойчивость городских лесов

По состоянию древостоя, почв, подроста, подлеска и напочвенного покрова городские леса разделены на три категории: слабонарушенные, средненарушенные и сильнонарушенные. Состояние древостоя оценивается по средней высоте, диаметру, полноте, запасу, приросту, состоянию и наличию поврежденных деревьев. Почва оценивается по наличию дорожно-тропиночной сети, объемному весу верхнего 10-сантиметрового слоя и запасу лесной подстилки, подрост – по наличию главной породы в составе молодого поколения, количеству и размещению по площади, напочвенный покров – по проективному покрытию, количеству видов, ярусности, средней высоте и фитомассе [9].

Отмечено, что *слабонарушенные насаждения* характерны нарушением одного или нескольких компонентов на незначительные показатели. Рекреационная нагрузка не превышает допустимых пределов, биометрические характеристики, состояние и продуктивность идентичны показателям естественных насаждений данного типа леса. Площадь уплотненной почвы в насаждениях сухих местообитаний не превышает 5%, в сырых и влажных 10%. Лесная подстилка нарушена только на тропинках. Нарушения подроста и живого напочвенного покрова не выражены. Нарушения древостоя отсутствуют. Поврежденных деревьев не более 10%, хорошего и удовлетворительного состояния – не менее 80%.

В *средненарушенных насаждениях* древостой, почва, подрост и травостой изменились значительно, на 10–30%. Площадь уплотненной почвы колеблется от 10 до 30%. Лесная подстилка повсеместно нарушена, на тропинках отсутствует. Травяной покров сильно нарушен, местами вытоптан, в составе увеличивается участие луговых и сорных растений, часть лесных видов отсутствует. В средненарушенных насаждениях часто отмечено увеличение числа видов травянистых растений, хотя проективное покрытие травостоя снижается на 10–15%. Подрост и подлесок сохраняются отдельными куртинами или группами, хотя естественное возобновление в средненарушенных сосновых древостоях обычно оценивается как удовлетворительное. В насаждениях до 50% деревьев ослабленного роста, присутствует сухостой и захламленность. Уменьшаются средняя высота, средний диаметр, полнота и запас древесины. Нарушена структурная устойчивость древостоя, потеряны некоторые функциональные качества.

Сильнонарушенные насаждения повреждены более чем на 30%. Площадь уплотненной почвы превышает 30%. Лесная подстилка нарушена повсеместно, местами отсутствует. Проективное покрытие травяного покрова в 2–5 раз меньше, чем в слабонарушенных древостоях. Основной фон составляют луговые и сорные растения. Лесные и лесолуговые виды сохранились только у стволов деревьев, в группах и куртинах подроста и подлеска. Подрост малочисленный и неблагонадежный, расположен небольшими группами. Подлесок редкий, представлен одним или двумя видами, часто отсутствует. В древостое деревьев удовлетворительного и хорошего состояния менее 50%, средняя высота и диаметр на 10–15%, а полнота и запас – на 30–40% меньше, чем в малонарушенных. Нарушена структурная и функциональная устойчивость насаждения.

Показатели, или стадии, рекреационной дигрессии отражают изменение лесной среды под воздействием рекреационных нагрузок (табл. 4). Участки 4-й и 5-й стадий дигрессии необходимо исключать из рекреационных зон и проводить на них лесовосстановительные работы. Древостои 1-й стадии рекреационной дигрессии характеризуются хорошим ростом и развитием, пригодны для рекреационного использования без ограничения. При высоких рекреационных нагрузках нуждаются в дополнительном благоустройстве – в основном в строительстве дорожно-тропиночной сети. Насаждения 2-й стадии дигрессии нуждаются в благоустройстве, регулировании посещаемости, здесь необходимы уход за древостоем, подростом и подлеском, строительство дорожек и площадок для отдыха.

Т а б л и ц а 4

Шкала рекреационной дигрессии насаждений

Стадия рекреационной дигрессии	Характеристика лесной среды
1-я	Лесная среда без изменения. Подрост, подлесок и напочвенный покров не нарушены
2-я	Изменения лесной среды незначительные. В подросте и подлеске повреждено 5–20%, в древостое – до 10% деревьев
3-я	Изменения лесной среды средней степени. Подрост и подлесок средней густоты. Поврежденных деревьев не более 20%
4-я	Изменение лесной среды сильное. Подрост и подлесок редкий, поврежденный или отсутствует. Больных и усыхающих деревьев 50–70%
5-я	Лесная среда деградирована, подрост и подлесок отсутствуют. Древостой изрежен, наличие больных и усыхающих деревьев превышает 70%

К 3-й стадии рекреационной дигрессии отнесены насаждения с наличием поврежденных и усыхающих деревьев, экземпляров подроста и подлеска до 50%. Проективное покрытие травостоя 80–90% с наличием сорных растений до 10%. Для организации массового отдыха требуется проведение значительных мероприятий по благоустройству территории. В древостоях 4-й стадии дигрессии преобладают (50–70%) поврежденные и усыхающие деревья. Подрост редкий, неблагонадежный. Подлесок обычно отсутствует. Травостой покрывает не более 40% площади, в его составе луговые и сорные виды составляют до 50%. Требуется строгий режим регулирования посещаемости и капитальные затраты по благоустройству территории. Пятая стадия рекреационной дигрессии присваивается насаждениям, в которых лесная среда полностью разрушена. Травяной покров присутствует не более чем на 10% поверхности почвы. Подрост и подлесок отсутствуют. Больные и усыхающие деревья составляют более 70%. Рекреационное лесопользование возможно после восстановления и реконструкции насаждений [10].

По материалам проведённой нами инвентаризации городские леса слабо используются для отдыха. Насаждения, поврежденные рекреацией до 5-й ста-

дии дигрессии, отсутствуют, 4-й стадии – составляют 0,5% и 3-й – 4,5%. Преобладают насаждения 1-й стадии рекреационной дигрессии – 71,5%. Средний показатель рекреационной дигрессии по объекту 1,3. Основными причинами неудовлетворительного рекреационного использования городских лесов являются их высокая захламленность и неудовлетворительное санитарно-гигиеническое состояние.

Устойчивость насаждений – это их способность противостоять неблагоприятным, в основном антропогенным воздействиям, ведущим к преждевременному отмиранию растительности. Выделяют позиционную, структурную и функциональную устойчивость насаждений.

Позиционная устойчивость характеризует относительную статичность лесов на занимаемой территории. Под влиянием хозяйственной деятельности она становится более динамичной. Расширение городской застройки, строительство дорог и коммуникаций расчлениают лесные массивы на отдельные куртины и группы, которые теряют или ослабляют экологическое значение, характерное для крупных лесных массивов.

Структурная устойчивость отражает состояние лесных биогеоценозов или их отдельных компонентов, закономерности связи между ними в статике и динамике. Показателем нарушения структурной устойчивости является упрощение структуры, строения и породного состава насаждений.

Функциональная устойчивость определяет способность лесных насаждений сохранять полезные функции в процессе пространственного взаимодействия с окружающей средой и элементами других систем – природных и антропогенных. Функциональная устойчивость нарушается при изменении лесорастительных условий, породного состава основного и подчиненных ярусов, сомкнутости и продуктивности насаждений.

В лесном хозяйстве показатель устойчивости характеризует общее состояние, качество роста и развития насаждений, уровень естественного возобновления, способность противостоять неблагоприятным условиям. Существует четыре степени, или класса, устойчивости насаждений.

К *1-му классу* относятся здоровые древостои хорошего роста и развития, в которых хорошо развиты подрост, подлесок и напочвенный покров. Здоровых деревьев в хвойных насаждениях – более 90%, в лиственных – 70%.

Насаждения *2-го класса* устойчивости отличаются замедленным ростом, плохо развитыми кронами деревьев, бледно-зеленым цветом хвои и листьев, неудовлетворительным возобновлением. Подлесок и напочвенный покров заметно повреждены, почва уплотнена. Здоровых деревьев в хвойных насаждениях 70–90%, в лиственных – 50–70%. Требуется проведение лесоводственных уходов.

К *3-му классу* устойчивости относятся насаждения с резко ослабленным ростом при отсутствии подроста и молодого поколения, неудовлетворительным состоянием подлеска и живого напочвенного покрова. Многие деревья повреждены или поражены энтомофитовредителями. Количество здоровых деревьев в хвойных насаждениях от 51 до 70%, в лиственных – от 31 до 50%.

Самый низкий, *4-й класс* устойчивости присваивается насаждениям, прекратившим рост. Подрост, подлесок и напочвенный покров отсутствуют или

находятся в крайне угнетенном состоянии. Лесная среда нарушена, распад лесного сообщества вступает в завершающую стадию. В хвойных насаждениях здоровых деревьев меньше 50%, в лиственных – менее 30%. Насаждения требуют немедленной замены [11].

В целом муниципальные леса г. Томска молоды, высокопродуктивны, характеризуются многовидовым составом, сложным строением возрастной и типологической структуры, отвечают требованиям организации многофункционального рекреационного лесопользования.

Выявлено, что санитарно-гигиеническое состояние насаждений, расположенных в непосредственной близости от городской застройки, характеризуется чрезмерной рекреационной нагрузкой, нарушением почвенного покрова, уплотнением почвы, отсутствием подроста и подлеска. Ухудшается рост и усиливается отпад деревьев, территория становится малопривлекательной для отдыха. Кроме отрицательного антропогенного влияния около 20% городских лесов поражено грибными болезнями – настоящим и сложным трутовиками. Максимально поражены насаждения пихты (39,8%), осины (31%) и березы (21,3%). Достаточно часто трутовиками повреждается ель (15,3%), реже сосна (2,7%) и древовидные ивы (0,6%). Не выявлено поражений трутовиками лиственницы и сибирского кедра.

Согласно материалам инвентаризации средний класс устойчивости городских лесов 1,4. Насаждения 1-го класса занимают 59,8% площади городских лесов, 2-го класса – 35,8%, 3-го класса – 4,4%. Четвертый класс устойчивости отмечен на площади 1 га. Общая устойчивость насаждений оценивается как довольно высокая, с чем нельзя согласиться. Как отмечалось выше, 48% городских лесов захламлено, на 48,1% наличествует сухостой, 18,5% поражено грибными болезнями. Совокупный размер факторов негативного воздействия на городские леса в два раза превышает покрытую лесом площадь и негативно влияет на устойчивость насаждений.

Литература

1. Коновалова Т.И. Дистанционное исследование экологического состояния городов Сибири // География и природные ресурсы. 1998. № 4. С. 113–121.
2. Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
3. Смагин А.В. К теории устойчивости почв // Почвоведение. 1994. № 12. С. 26–34.
4. Бех И.А. Антропогенная трансформация таежных лесов. Новосибирск: Наука, 1992. 200 с.
5. Данченко А.М., Бех И.А., Паневин В.С. Лесохозяйственное районирование Томской области // Вопросы географии Сибири. Томск: ТГУ, 1997. С. 190–197.
6. Данченко А.М., Даманов Г.В., Бех И.А. Муниципальные леса города Томска, их состояние и перспективы использования // Шестое сибирское совещание по климатологическому мониторингу. Томск, 2005. С. 272–275.
7. Черкасов М.И. Эстетика ландшафтной архитектуры. М.: Стройиздат, 1976. 62 с.
8. Спиридонов В.Н. Изменение пригородных лесов под влиянием рекреационного использования // Пригородные леса городов Западной Сибири и пути их рационального использования для рекреационных целей. Новосибирск, 1976. С. 119–122.
9. Уфимцев М.Д., Терехина Н.В. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем Санкт-Петербурга. СПб.: Наука, 2005. 339 с.

10. Будрюнис А.Р. Антропогенная дигрессия лесов в густонаселенных районах // Вопросы охраны ботанических объектов. Л.: Наука, 1971. С. 48–53.
11. Данченко А.М., Бех И.А. Оценка типологического разнообразия лесных экосистем на основе данных таксации и ландшафтно-типологического анализа модельных территорий // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2009. № 2 (6). С. 70–74.

Поступила в редакцию 13.09.2010 г.

Anatoly M. Danchenko, Matvey A. Danchenko, Alexei G. Myasnikov

Biological Institute of Tomsk State University, Tomsk, Russia

CURRENT STATE OF PLANTING OF URBAN FORESTS AND THEIR USE

The studies performed in a particular metropolitan area and the approaches used can be applied in assessing the ecological status of other cities. In practical terms, the results can be used to develop the concept of greening urban areas, creating databases and organizing continuous monitoring of plantations and soils of recreational areas as well as to study and implement standards of maximally allowable air pollutants influence on the plantation and soil of a city.

Urban growth and an increase in areas of urbanized territories, observed in recent decades, create many crisis environmental problems. Within cities we have an integral effect of a large number of negative factors leading to significant deterioration of living conditions. First of all, modern urboekosistema is characterized by high levels of pollution, connected with intensive development of industry and transport. Within a city and its surroundings also a number of climatic characteristics change, the transformation of vegetation and other processes take place. The study of the ecological situation in cities is one of the priorities in environmental research. In the process of city formation its natural ecosystem gradually degrades and its place is occupied by a completely new man-made system (urboekosistema), which is characterized by specific features. The main negative impact on the city ecosystem is made by such factors pollution, industrial emissions, exhaust fumes, noise and thermal pollution and an increase in recreational load.

Natural ecosystems, including those located within a city, are endowed with the possibility of self-organization, which gives them the opportunity to consistently and efficiently operate in the prevailing circumstances. Any changes of these terms and conditions may be considered as external loads on biogeocoenosis and its components. If the load exceeds the range of stability of the system defined by the internal mechanisms of self-organization, irreversible changes take place up to complete destruction. Thus, the solution to the problem of stability of a city ecosystem requires, on the one hand, the study of natural laws governing its operation, and on the other – the identification and valuation of external loads, destabilizing its status.

To increase the comfort of living conditions in the world of building cities greenery is widely used. In the cities of Siberia with its harsh and acutely continental climate and a significant discomfort of living, the importance of forests and green areas as positive environmental factors is particularly high.

Key words: *urboekosistema; trees; ground cover; lesoparkovy landscape; sanitary-hygienic evaluation of plantings; recreational digression plantations.*

Received September 13, 2010