

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ «ЧЕРНЯЕВСКИЙ ЛЕС»



*С.А. Двинских¹, Н.Г. Максимович², О.В. Ларченко¹,
О.А. Березина², А.А. Шайдулина¹*

¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, E-mail: hydrology@psu.ru

² Естественнаучный институт ПГНИУ, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Генделя, 4

К городским лесам, в соответствии с решением Пермской городской Думы от 22 декабря 2009 г. № 321, относится и второй лесной квартал ООПТ местного значения площадью 0,33 км² (рис. 1), где устанавливается особый режим охраны и использования. Причина этого – «природное и рекреационное значение территории леса». Данная ООПТ считается наиболее сохранившимся в близком к естественному состоянию лесным массивом в черте города Перми [1].

Рельеф равнинный, слегка всхолмленный, с уклонами в северо-западном направлении с преобладающими высотами 120 м. Гидрографическая сеть представлена сухим руслом р. Светлушки, сетью сухих логов и западин, заполняемых водой в период весеннего половодья.

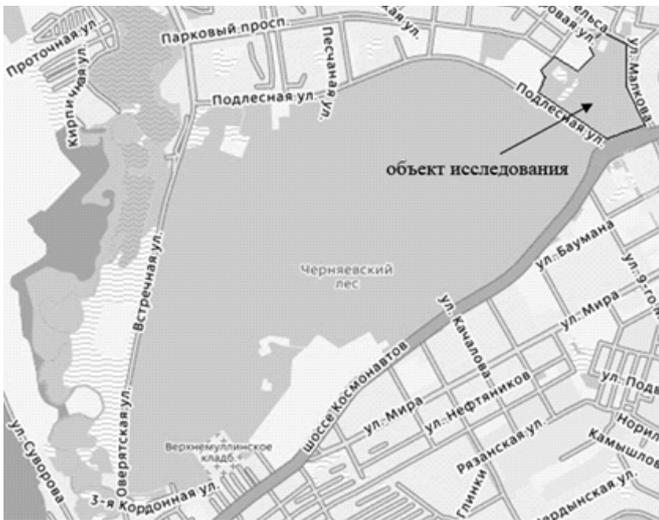


Рис. 1. Карта-схема территории ООПТ «Черняевский лес» г. Пермь

Исследуемый объект находится на территории двух крупных промышленных районов города и со всех сторон окружен автомобильными магистралями. Его экологическая обстановка формируется под действием

выбросов городских промышленных предприятий и автотранспорта, смыва загрязняющих веществ с прилегающей городской территории.

Для характеристики экологической ситуации в качестве исходных материалов были взяты результаты химических анализов поверхностных и грунтовых вод, снежного покрова, жидких осадков, атмосферного воздуха; бурения скважин; исследования развитости тропиной сети, шумового, радиационного и электромагнитного воздействия; наблюдений за водным режимом; наблюдений за интенсивностью транспортного потока (2009 и 2013 гг.).

Из абиотических компонентов нами рассмотрены поверхностные и подземные воды, которые являются системообразующими, определяя основу для развития биоты.

Режим поверхностных вод изменился в результате застройки водосборной площади р. Светлушки капитальными зданиями. В настоящее время разрозненные озера и болота в старом русле реки высохли. Сухое русло местами заросло травой и захламлено. Кроме того, долина реки на некоторых участках пересыпана насыпями подъездных дорог к площадкам строительства. Водопроницаемые отверстия нигде не предусмотрены. Средний годовой и минимальный сток реки классифицируется как «исчезающе малый» (менее 1 л/сек), а максимальные расходы дождевых паводков в 4 раза превышают максимальные расходы воды весеннего половодья.

Поверхностный сток р. Светлушки формируется за счет как атмосферных осадков, так и подземных вод. Значительную роль в режиме подземных вод играют условия их формирования. Анализ результатов буровых работ показал, что в пределах территории исследований в самой верхней части разреза в основном распространены песчаные разности грунтов, обеспечивающие возможность их промывания инфильтрационными водами. Гранулометрический состав грунтов различен, отмечено наибольшее содержание фракции размером от 0,10 до 0,25 мм. По данным лабораторных определений коэффициент фильтрации изменяется в пределах 0,02 – 9,64 м/сут, что подтверждает хорошую проницаемость грунтов. Анализ структуры потока грунтовых вод и данные рекогносцировки показали очень необычную картину, которая говорит о практически полном нарушении естественного режима. Установлено, что глубина залегания грунтовых вод увеличилась. В 2009 г. она составляла 0 – 2 м, а в настоящее время первый от поверхности водоносный горизонт встречается на глубинах от 1,5 м до 11 м и более. Причинами резкого увеличения глубины залегания грунтовых вод являются: откачка значительных объемов подземных вод при прокладке канализационного коллектора; нарушение поверхностного стока после строительства жилого комплекса и реконструкции улиц на территориях, прилегающих к лесу за счет планировки территории и отвода ливневых вод, а также барражного эффекта, создаваемого фундаментами и коммуникациями.

Расчет защищенности подземных вод показывает, что

в пределах исследуемой территории грунтовые воды повсеместно характеризуются I категорией, то есть имеют наименьшую защищенность. Можно было бы предположить, что в этих условиях подземные воды должны быть загрязнены. Однако результаты наших исследований показывают, что загрязнение грунтовых вод, характерное для урбанизированных территорий, на исследуемой территории незначительно. Но можно отметить элементы, по которым отмечаются наибольшие концентрации: никель (1,6 ПДК), магний (0,25 ПДК), сульфат-ион (0,22 ПДК), азот аммонийный (0,5 ПДК), свинец (0,6 ПДК); железо (0,25 ПДК), марганец (0,21 ПДК). Возможно, отсутствие загрязнения грунтовых вод связано с уменьшением поверхностного стока и увеличением мощности зоны аэрации, играющей защитную функцию.

Таким образом, анализ данных наблюдений за абиотическими составляющими природного комплекса показывает, что за последние 10 лет основной проблемой для исследуемого участка является наметившаяся устойчивая тенденция к снижению величины поверхностного стока и уровня грунтовых вод.

Техногенные факторы представлены внешними и внутренними воздействиями. К внешним относятся выбросы загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, различные виды физических воздействий (шумовое, радиационное, электромагнитное и пр.), к внутренним – рекреационная нагрузка, представленная тропиной сетью и твердых бытовых отходов (ТБО).

Сводный расчет рассеивания загрязняющих веществ от выбросов промышленных производств и энергетических установок в атмосферном воздухе выполнен с использованием УПРЗА «ЭКОЛОГ-ГОРОД» версии 3.00, фирмы «ИНТЕГРАЛ», реализующей основные зависимости и положения «Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86)». Анализ результатов рассеивания показал, что уровень максимальных приземных концентраций по периметру исследуемого участка Черняевского леса не превышает установленных нормативов качества атмосферного воздуха населенных мест; максимальные приземные концентрации формируются по фенолу – 0,53 ПДК, диоксиду азота – 0,67 ПДК, оксиду углерода – 0,85 ПДК. Максимальные концентраций загрязняющих веществ, превышающих 1 ПДК атм.возд локализованы на территории производственных зон.

Исследуемый лесной квартал по своему периметру окружен сетью автомагистралей с интенсивным движением автотранспорта. Наблюдения за интенсивностью и структурой транспортных потоков проводились в осенний период 2013 г., в рабочий и выходной дни в 5 точках в утренние, дневные и вечерние часы. Анализ результатов наблюдений показал, что средняя интенсивность транспортных потоков в течение рабочего дня колеблется от 5 084 до 188 транспортных единиц в час. В нерабочий день интенсивность движения автотранспорта уменьшается, по сравнению с рабочим днем, более чем в 2 раза. В структуре транспортных потоков преобладают легковые автомобили – более 80%, далее – грузовой и общественный транспорт.

Средние концентрации оксида углерода в рабочие дни на различных расстояниях от полосы движения транспорта

выше уровня таковых в выходные дни в среднем в 2 – 2,2 раза. Максимальные концентрации оксида углерода отмечаются при скорости ветра 1 м/с, при скорости ветра 5 м/с они меньше в 1,6 – 1,7 раза, при скорости 7 м/с – почти в 2 раза. Наиболее высокие концентрации наблюдаются на расстоянии 10 м от магистралей.

Автотранспорт является также основным источником влияющим на состояние здоровья населения – городского шума. Установлено, что восприятие человеком шума от автотранспорта на изучаемой территории снижается в 2 раза, начиная с 60 м и более от автомагистрали, а на расстоянии 240 м воздействие автотранспортного шума не воспринимается вообще (табл. 1).

Следствием рекреационных нагрузок, негативно влияющих на состояние биотических компонентов, является накопление стихийных свалок ТБО. Их распределение неравномерно как по территориальному положению, так и по общему объему мусорной массы в парке. Распространение мусора носит диффузный характер.

Протяженность дорожек и тропок в данном квартале Черняевского леса составляет 6,3 км. Наиболее посещаемая населением северная часть леса. Коэффициент рекреационной нагрузки (Ктроп) колеблется от 6,89 до 2,96. На уровне рекреационной нагрузки выше среднего находится 43,1 % территории, на уровне средней – почти 4 %, на уровне ниже средней – 43,6 % территории, при этом нагрузки нет вообще на 9 % территории второго квартала.

Чувствительность ландшафтов к техногенному воздействию оценена на основе расчета коэффициента экологического риска (КЭР) для каждого отдельно взятого лесного выдела и всего квартала в целом. Под экологическим риском следует понимать показатель, отражающий совокупность всех вероятных негативных последствий антропогенной трансформации экосистем, включая антропогенные изменения их структуры и функционирования, снижение ресурсного потенциала и биологического разнообразия территории. Расчет показал, что на рассматриваемой территории этот критерий колеблется в широких пределах – от 0,17 до 0,42. К категории природных комплексов с наибольшим экологическим риском отнесены урочища надпойменных террас с глубиной стояния грунтовых вод менее 5 м, на супесях и дерново-подзолистых почвах, светлохвойно-лесные.

Таким образом, анализ техногенных факторов показал, что наиболее существенный вклад в формирование экологической обстановки вносят автотранспорт, ТБО и тропиная сеть, что находит свое отражение в величине КЭР.

Из биотических компонентов нами изучены лесная растительность и почвенный покров. В пределах изучаемого лесного квартала выделены два основных типа леса – сосняк зеленомошный и ельники травяные. Установлено, что основной лесобразующей породой территории является сосна, занимающая 69,34 % площади насаждений. На долю насаждений с преобладанием лиственных пород приходится 30,66 % обследованной территории. Сопутствующими древесными породами являются береза и тополь. Среди хвойных и лиственных пород преобладают деревья с диаметром стволов менее 30 см. Доля искусственных посадок занимает 40 % территории квартала.

Эквивалентный (L_{экв}) и максимальный(L_{max}) уровни звука на территории исследуемого квартала (фрагмент)

Точки измерения	Параметры шума, дБА	Расстояние от оси полосы движения автотранспорта в сторону леса, м					Распределение эквивалентного уровня звука на разном расстоянии от дороги (горизонтальной линией выделен уровень шума, соответствующий верхнему пределу ДУ)
		7,5	15	60	120	240	
ул. Локомотивная - ул. Ф.Энгельса	L _{экв}	75	72	70	60,5	53	
	L _{max}	88	86	83	65	57	
	Динамический диапазон измерения уровня звука	35,5	32	25,5	22	15	
	Среднее квадратичное отклонение уровней звука	6,14	5,17	3,53	2,48	2,11	
ул. Подлесная (остановочный комплекс «Парк культуры и отдыха»)	L _{экв}	71	69	65,5	60	52	
	L _{max}	84	82	78	60,8	55	
	Динамический диапазон измерения уровня звука	34	31,4	24,2	20,3	14,3	
	Среднее квадратичное отклонение уровней звука	5,87	5,00	3,14	2,39	2,01	

Распределение экземпляров сосны (по стволам) по категориям состояния составило: без признаков ослабления – 50 %, ослабленные – 39 %, сильно ослабленные – 8 %, усыхающие – менее 1 %, свежий сухостой – 1 %, старый сухостой – менее 1 %, ветровал – 1 %. Основными причинами повреждения (ослабления) деревьев на рассматриваемой территории являются: для насаждений сосны – фитопатогенный гриб сосновая губка (*Phellinus pini* (Thore ex Fr.) Pil.), признаки заражения сосны стволовыми гнилями имеются у 65 экземпляров деревьев в двух выделах, также выявлены очаги златки синей сосновой (*Rhaenops-Melanophila cyanea* F.). Из лиственных пород наиболее устойчивыми являются насаждения вяза, ивы древовидной, клена, ольхи серой, древостой которых не имеет признаков ослабления.

Насаждения тополя также оцениваются как здоровые, реже – как практически здоровые: на долю деревьев без признаков ослабления и ослабленных приходится 90 % древостоя. На долю усыхающих деревьев и сухостоя приходится 9 % древостоя, еще 1 % приходится на долю ветрвала. Санитарное состояние насаждений березы оценено как удовлетворительное, насаждения здоровые, реже – практически здоровые, основными причинами повреждения (ослабления) деревьев является ветровал (2 % насаждений). Наихудшими показателями характеризуются насаждения осины. На долю здоровых и практически здоровых насаждений приходится 68 % экземпляров, 32 % – на долю общего сухостоя и ветрвала.

Основными негативными факторами являются:

внедрение во флору леса сорных и рудеральных видов и вытеснение аборигенных лесных видов; замена ельников лиственными породами (особенно в зоне высокой рекреационной нагрузки); большое количество валежа, мусора и пней, приводящее к повышению вероятности возгораний: развитие тенденций к смене пород лесной растительности в связи со сменой гидрологического режима; механическое повреждение стволов, приводящее к развитию болезней и вредителей.

На изучаемой территории сформировались современные породы, представленные делювиальными отложениями. На них сформировались дерновые глеевые и глееватые почвы, дерново-намытые почвы. По химическому загрязнению они относятся к категории «допустимая» (величина суммарного показателя загрязнения Z_с менее 16).

Комплексное экологическое состояние леса может характеризоваться как благополучное, допустимое и напряженное. Благополучное – функционирование системы соответствует естественному; допустимое – функционирование отлично от естественного, но при проведении необходимых природоохранных мероприятий или снятия техногенных нагрузок почвенно-растительные функции будут соответствовать естественным или близки к ним. Напряженное – функционирование системы в основном определяется внешними воздействиями и не может вернуться к естественному. Для характеристики КЭС использованы разработанные нами критерии, приведенные в таблице 2.

Частные составляющие экологического состояния территории и критерии их оценки

№	Частные составляющие экологического состояния	Оценка составляющих экологического состояния, баллы
1	Распределение среднего по выделу значения СО	Ниже ПДК с.с. – 1 балл На уровне ПДКс.с – 2 балла Выше ПДКс.с. – 3 балла (ПДКс.с.=3,0 мг/м ³)
2	Распределение эквивалентных уровней шума (L _{АЭКВ}) на территории квартала	На уровне допустимого – 1 балл Выше допустимого уровня – 2 балла (допустимый уровень ДУ=45-55 дБА)
3	Распределение гамма фона по территории	Значения гамма фона, кЗв/час 0,026-0,100 – 1 балл 0,101-0,138 – 2 балла 0,139-0,194 – 3 балла
4	Оценка рекреационной нагрузки территории леса по степени развитости тропиной сети	Ниже средней нагрузки – 1 балл Средняя нагрузка – 2 балла Выше средней нагрузки – 3 балла
5	Оценка загрязнения ТБО	мусор отсутствует – 0 баллов диффузное распространение мусора до 2 м ³ /га – 1 балл от диффузного распространения мусора до площадок объемом до 5 м ³ /га – 2 балла площадки под мусором составляют от 10 до 20 м ³ /га – 3 балла
6	Суммарное содержание загрязняющих веществ в пределах выделов по индексу загрязнения снега (ИЗС) $ИЗС = (\sum(C_i/C_{\phi})) / n,$ где C _i – концентрация i-компонента, мг/дм ³ ; C _φ – фоновая концентрация i-компонента, мг/дм ³ ; n – количество компонентов	ИЗС менее 1 – 0 баллов ИЗС=1 – 1 балл ИЗС=1-2 – 2 балла ИЗС более 2 – 3 балла
7	Уровень залегания грунтовых вод, м	Менее 2 м – 0 баллов 2-5 м – 1 балл 5,1-7,5 – 2 балла более 7,5 – 3 балла
8	Коэффициент экологического риска	Значение коэффициента экологического риска: Низкий - менее 0,31 – 1 балл Ниже среднего 0,32-0,41 – 2 балла Средний - 0,42-0,51 – 3 балла

В результате проведенной работы получен большой объем информации по отдельным составляющим экологического состояния изучаемой территории. Для ее обработки нами применены методы математической статистики, в том числе формула Стерджесса.

По полученным данным построена гистограмма распределения комплексного показателя экологического состояния изучаемой территории (рис. 3).

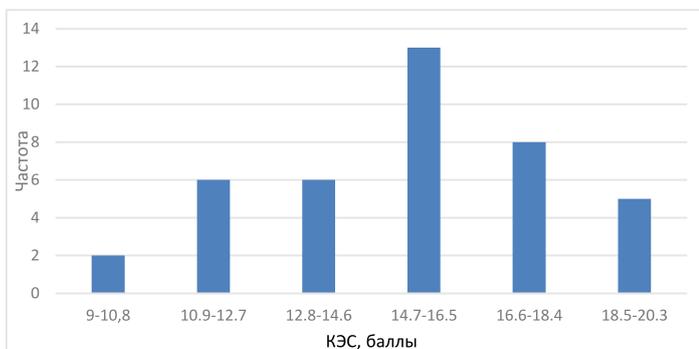


Рис. 1. Распределение КЭС в пределах изучаемой территории (в баллах)

Наиболее устойчивой характеристикой вариационного ряда является его среднее значение. А так как понятие «допустимая экологическая ситуация» не существует, то ее оценка произведена относительно этого среднего значения, которое нами определялось как «допустимая ЭС». Значения интервалов ниже средних характеризуют ЭС как благополучную, а выше средних – как напряженную. Исходя из этого допущения дана комплексная оценка экологического состояния изучаемой территории (табл. 3, рис. 4).

Таблица 3

Комплексная экологическая ситуация 2 квартала Черняевского леса

Интервалы	Количество выделов в интервале (частота)	Экологическая ситуация	Экологическая ситуация в баллах
9-14.6	14	Благополучная ЭС	1
14.7-16.5	13	Допустимая ЭС	2
более 16.6	13	Напряженная ЭС	3

Заключение



Рис. 4. Зонирование участка по результатам комплексной оценки экологической ситуации 2 квартала ООПТ "Черняевский лес"

Использование структурно-функциональной схемы показало, что состояние биотических компонентов в природно-техногенных системах отражает взаимодействие техногенных нагрузок и абиотических компонентов (рис. 4). В пределах изучаемого квартала Черняевского леса произошли значительные изменения водного режима за

счет уменьшения поверхностного стока (минимальный сток уменьшился практически до 0), понижения уровня залегания подземных вод (в некоторых местах до 5 – 10 м), значительных рекреационных нагрузок (интенсивное развитие тропиной сети и большое количество ТБО). Это привело к нарушению почвенно-растительных условий и возникновению риска для лесной растительности. Результатом этого явилась гибель естественных насаждений (в основном елей) и замена их посадками мелколиственных пород.

Согласно нашим исследованиям, еще в 2009 г. экосистемы исследуемой территории имели среднюю и высокую природоохранную ценность, выполняя стокорегулирующую, климатообразующую и климаторегулирующую, а также ландшафтно-стабилизирующую функции. Постоянно увеличивающиеся как внешние, так и внутренние техногенные нагрузки (особенно полное изменение водного режима территории) привели к частичной, а порой и полной утрате природозащитных функций. Гарантировать сохранение существующей в настоящее время экологической обстановки при возрастании техногенных нагрузок вряд ли возможно, в будущем она может ухудшиться.

Литература

1. Особо охраняемые природные территории г. Перми : монография / С.А. Бузмаков и др.; под ред. С.А. Бузмакова и Г.А. Воронова; Перм.гос.ун-т. – Пермь, 2011. 204 с.
2. Двинских С.А., Максимович Н.Г., Малеев К.И., Ларченко О.В. Экология лесопарковой зоны города / под общ. ред. С.А. Двинских. – СПб : Наука, 2011. – 154 с.