

УДК 502.504

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОЙ МЕТОДОЛОГИИ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ООПТ «ЧЕРНЯЕВСКИЙ ЛЕС» Г. ПЕРМИ)

**С.А. Двинских<sup>1</sup>,  
Н.Г. Максимович<sup>2</sup>,  
О.В. Ларченко<sup>1</sup>, О.А. Березина<sup>2</sup>,  
А.А. Шайдулина<sup>1</sup>**

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

<sup>2</sup> Естественнонаучный институт ПГНИУ, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Генкеля, 4

Теоретической основой проведенных исследований является системная методология. Её основные принципы нашли отражение в структурно-функциональной схеме, отражающей структуру и особенности функционирования системы, обладающей высокой степенью сложности. Установлено, что из внешних антропогенных воздействий основное влияние на экологическое состояние изучаемой ООПТ оказывает транспорт, из внутренних – рекреационная нагрузка в сочетании с низкой экологической культурой населения. Количественная характеристика техногенных воздействий и их последствий позволила дать комплексную характеристику экологического состояния изучаемой территории. В основу характеристики положена разработанная методика, которая может быть рекомендована к использованию при реализации подобных проектов.

Ключевые слова: ООПТ, системная методология, структурно-функциональная схема, техногенные нагрузки, экологическое состояние.

### Введение

Город Пермь – единственный из больших промышленных центров России, в состав которого входят десятки тысяч гектаров городских лесов. В настоящее время на территории города находится около 38 тыс. га лесов, отнесенных, в соответствии с Лесным Кодексом РФ, к категории городских.

К городским лесам, в соответствии с решением Пермской городской Думы от 22 декабря 2009 г. № 321, относится и второй лесной квартал ООПТ местного значения «Черняевский лес» площадью 0.33 км<sup>2</sup> (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]. Возникает вопрос, а может ли эта территория и впредь, при всё возрастающей техногенной нагрузке, выполнять свою основную функцию – поддерживать устойчи-

вость системы более емкого уровня или сохранении уникальных сообществ и мест обитания редких и исчезающих видов. На этот вопрос мы и попытались ответить в своей работе.



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

### Объект и методы исследования

Объектом исследований является второй квартал ООПТ «Черняевский лес», отрезанный от основной части массива автомобильной магистралью (см. рис 1). Рельеф равнинный, слегка всхолмленный, с уклонами в северо-западном направлении с преобладающими высотами 120 м.

Гидрографическая сеть на участке изысканий представлена сухим руслом р. Светлушки, сетью сухих логов и западин, заполняемых водой в период весеннего половодья.

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.

В основе исследований лежит структурно-функциональная схема, отражающая представления о структуре и особенностях функционирования системы, обладающей высокой степенью сложности (рис. 2). В рамках такой схемы может быть рассмотрено формирование экологической ситуации территории любого масштаба.

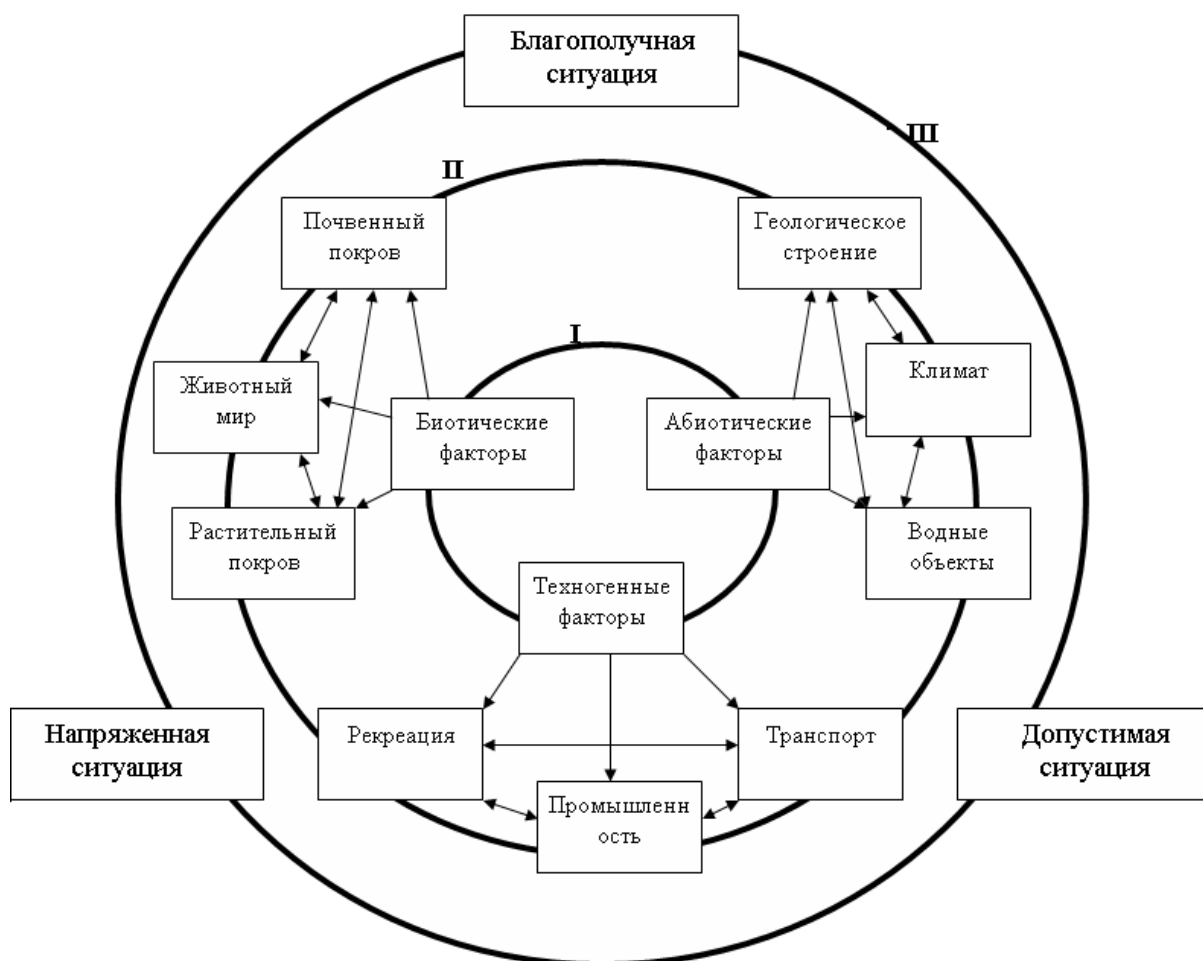


Рис. 2. Структурно-функциональная схема формирования экологической ситуации [2]

Она представляет собой 3 кольцевых иерархических уровня. Самый общий уровень содержит 3 блока: биотический (основной), абиотический (вспомогательный) и техногенный (обеспечивающий), формирующие экологическую ситуацию. Это подсистемы 1 порядка. Среди них абиотические факторы являются системообразующими, техногенные факторы – определяют внешние воздействия, а биотические факторы отражают результат взаимодействия первых двух.

На следующем, втором, уровне каждая из подсистем состоит в свою очередь из 3-х (подсистемы II порядка). Взаимосвязи и отношения их носят более сложный характер. Изучение любого элемента такой сложной системы может являться целью исследования. По нашему

мнению, на этом уровне водный фактор является системообразующим, так как объединяет все компоненты системы в единое целое. В процессе круговорота вещества и энергии водный режим (скоростной, температурный, уровенный и пр.) является транспортным звеном и интегрирующим фактором процессов, которые происходят в природной геосистеме. Изменение водного режима существенно сказывается и на других элементах природного комплекса: изменяется процесс почвообразования и как следствие свойства самих почв, трансформируется видовой состав растительности и формируются новые фитоценозы, видоизменяются водные и наземные природные комплексы. Таким образом, водный режим определяет изменения в системе, а почвы и растительность реагируют, с некоторой инерцией, на эти перемены и отражают их результат.

Третий уровень представляет собой результат взаимодействия составных частей подсистем II порядка – экологическую ситуацию в изучаемой системе (см. рис.2).

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; исследование развитости тропиной сети; шумового, радиационного и электромагнитного воздействия; наблюдения за водным режимом; наблюдения за интенсивностью транспортного потока (2009 и 2013 гг.).

### Результаты исследования и их обсуждения

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 как за счет 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. Это обусловлено особенностями строением зоны аэрации, которая имеет небольшую мощность и сложена относительно хорошо проницаемыми отложениями. Слабопроницаемые отложения в разрезе часто отсутствуют, или имеют малую мощность (до 1 м). 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)». Для проведения расчетов в приземном слое атмосферы использовалась база данных параметров всех стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [2].

Анализ результатов сводного расчета 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. Точки максимума, рассчитанные программой по узловым сеткам расчетной площадки и изолинии концентраций загрязняющих веществ, превышающих 1 ПДК<sub>атм.возд</sub> локализованы на территории производственных зон. Концентрации загрязняющих веществ снижаются с удалением от источников загрязнения вглубь лесного массива.

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 5084 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.

С учетом интенсивности транспортных потоков при наихудших условиях (скорости ветра 1.5 и 7 м/с) проведен расчет рассеивания одного из основных загрязнителей атмосферы от автотранспорта – оксида углерода (СО). Анализ полученных результатов свидетельствует, что 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. Прослеживается четкое снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода в зависимости от интенсивности движения транспорта как в рабочие, так и выходные дни.

Автотранспорт является также основным источником наиболее распространенного и агрессивного антропогенного фактора окружающей среды, влияющего на состояние здоровья населения – городского шума. Замеры шума проводились в соответствии требованиями ГОСТ 23337-78 (СТ СЭВ 2600-80) «Шум, методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий». Анализ результатов показал, 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).

Электромагнитная обстановка на исследуемой территории спокойная, превышения предельно-допустимых уровней электромагнитного излучения не установлены; источники радиоактивного загрязнения и радиационные аномалии отсутствуют – радиационный фон характерен для региона в целом.

Следствием рекреационных нагрузок, негативно влияющих на состояние биотических компонентов, является накопление стихийных свалок ТБО. Анализ полученных данных свидетельствует, что распределение источников загрязнения неравномерно как по территориальному положению, так и по общему объему мусорной массы в парке. Распределение мусора носит диффузный характер.

Таблица 1  
**Эквивалентный ( $L_{\text{экв}}$ ) и максимальный ( $L_{\text{max}}$ ) 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	$L_{\text{экв}}$	75	72	70	60.5	53	
	$L_{\text{max}}$	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»)	$L_{\text{экв}}$	71	69	65.5	60	52	
	$L_{\text{max}}$	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	



Протяженность дорожек и тропок в данном квартале Черняевского леса составляет 6,3 км. Наиболее посещаемая населением северная часть леса. Для сравнительной оценки использования населением разных участков леса за условную норму принята средняя величина протяженности тропинок и дорожек в лесу. По кратности превышения условной нормы дана оценка использования населением территории лесного квартала: на уровне средней нагрузки, выше средней, высокой, ниже средней и низкой. Коэффициент рекреационной нагрузки ( $K_{\text{троп}}$ ) 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.

В качестве показателя принят критерий экологического риска (КЭР), который может изменяться от 0 до 1 и рассчитывается на основе сведений о структурно-динамических, ресурсных, функциональных свойствах экосистем, их устойчивости к техногенным воздействиям. Расчет КЭР проведен по методике, разработанной в Институте географии РАН по формуле 1:

$$KЭР = 0.04N^2 + 0.1E - 0.05(S+R) + 0.16 \quad (1)$$

где N, S, E и R – частные оценки ценности и устойчивости экосистем в баллах; N – природоохранная ценность; E – хозяйственная ценность; S – геохимическая устойчивость; R – биологическая устойчивость.

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 тропиночная 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, елей осталось крайне мало. 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.

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%. Основной причиной ослабления сосны на рассматриваемой территории является фитопатогенный гриб сосновая губка (*Phellinus pini* (Thore ex Fr.) Pil.). Признаки заражения сосны стволовыми гнилями имеются у 65 экземпляров деревьев в двух выделах, так же выявлены очаги златки синей сосновой (*Phaenops-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, влияющими на развитие древесных насаждений, 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 вероят-

ности возгораний: развитие тенденции к смене пород лесной растительности в связи со сменой гидрологического режима; механическое повреждение стволов, приводящее к развитию болезней и вредителей.

На изучаемой территории в пониженных элементах рельефа в результате приноса частиц почвы с окружающих склонов после интенсивных летних ливней сформировались современные породы представленные делювиальными отложениями. Отличительной особенностью этих отложений является хорошо выраженная слоистость. Они представлены бесструктурными суглинками и супесями бурого, серо-бурого, серого цвета. На них сформировались дерновые глеевые и глееватые и дерново-намытые почвы.

По химическому загрязнению почвы относятся к категории «допустимая» (величина суммарного показателя загрязнения  $Z_c$  менее 16).

Состояние биотических компонентов в природно-техногенных системах согласно структурно-функциональной схеме (см. рис. 1) является результатом взаимодействия техногенных воздействий и абиотических компонентов, что доказывается комплексной оценкой экологического состояния (КЭС) второго квартала Черняевского леса. КЭС здесь 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.

Таблица 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 $CO$	Ниже ПДК с.с. – 1 балл На уровне ПДК с.с – 2 балла Выше ПДК с.с. – 3 балла (ПДК с.с.=3,0 мг/м <sup>3</sup> )
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 тропинойной 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 <sup>3</sup> /га – 1 балл от диффузного распространения мусора до площадок объемом до 5 м <sup>3</sup> /га – 2 балла площадки под мусором составляют от 10 до 20 м <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> ; $C_{\phi}$ – фоновая концентрация $i$ -компонента, мг/дм <sup>3</sup> ; $n$ – 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. Статистическая сводка включает в себя следующие элементы: выбор группировочных признаков; распределение данных на части (группы); расчет итоговых групповых данных с помощью системы статистических показателей; систематизация полученных результатов.

Для определения числа групп использована формула Стерджесса [3]:

$$k = 1 + 3.322 \lg N, \quad (2)$$

где  $k$  – число групп,  $N$  – число единиц совокупности.

Величина интервала (шаг) определяется по формуле 3 [3]:

$$h = (x_{\max} - x_{\min}) / k, \quad (3)$$

где  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  – максимальное и минимальное значение признака в совокупности;  $k$  – число групп.

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

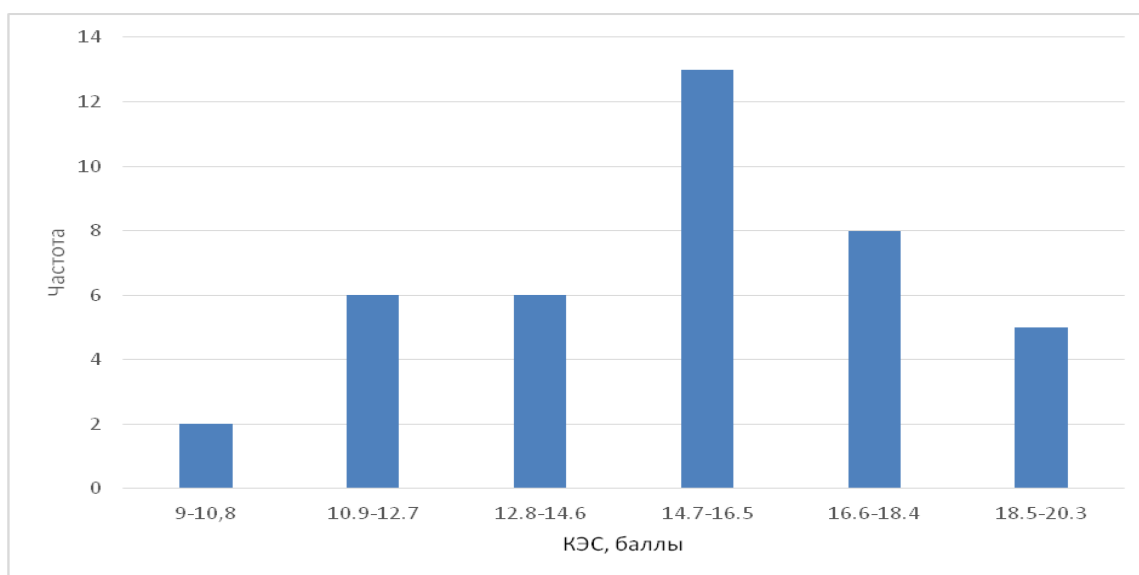


Рис. 3. Распределение КЭС в пределах изучаемой территории (в баллах)

Наиболее устойчивой характеристикой вариационного ряда является его среднее значение. А так как понятия «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

Использование структурно-функциональной схемы показало, что состояние биотических компонентов в природно-техногенных системах отражает взаимодействие техногенных нагрузок и абиотических компонентов.

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.



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

Согласно нашим исследованиям 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.

Формирующаяся экологическая обстановка второго квартала ООПТ «Черняевский лес» в будущем может ухудшиться, что следует из закона перехода количественных изменений в качественные посредством скачка. Это подтверждается тем, что данная изучаемая геосистема является не природной, а природно-техногенной системой, так как в её функционировании и развитии большая роль предлежит техногенным факторам.

#### Список литературы

1. Особо охраняемые природные территории г.Перми: монография / Бузмаков С.А. 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.

### APPLICATION OF SYSTEM METHODOLOGY TO THE ASSESMENT OF THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF PROTECTED AREAS (THE CASE OF "CHERNYAEVSKY FOREST" PROTECTED AREA IN PERM, RUSSIA)

**S.A. Dvinskikh<sup>1</sup>,  
N.G. Maximovich<sup>2</sup>,  
O.V. Larchenko<sup>1</sup>, O.A. Berezina<sup>2</sup>,  
A.A. Shaidulina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Perm State National Research University, 15 Bukirev St, Perm, 614990, Russia

<sup>2</sup> Institute of Natural Science of Perm State National Research University, 4 Genkel St, Perm, 614990, Russia

System methodology is the theoretical footing of the conducted research. Its main principles are shown in a structure-functional scheme, reflecting the structure and peculiarities of the system functioning when the system possesses a high degree of complexity. It has been estimated that among external effects transport has the main influence on the environment of the investigated protected area, whereas recreational load combined with a low ecological culture of the population are among internal factors. The quantitative characteristics of technogeneus effects and their consequences make it possible to present a complex description of the environmental condition of the investigated area. The developed approach recommended for the similar projects realization is the footing of the above-mentioned description.

Key words: protected areas, system methodology, structure-functional scheme, technogeneus loads, environmental condition.