

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

Серия «Экологическое знание». Выпуск 3



Co-funded by the
Tempus Programme
of the European Union

Е.Б. Таллер

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРОДСКОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
НА БИОТУ**

Учебное пособие



Москва
2015

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

Серия «Экологическое знание». Выпуск 3



Co-funded by the
Tempus Programme
of the European Union

Е.Б. Таллер

**Оценка воздействия городской инфраструктуры
и строительства на биоту**

Учебное пособие



Москва
2015

УДК 69(1-21):504.54.06

ББК 42.371:20.1:28.088

T16

Интерактивный модульный курс «Оценка воздействия городской инфраструктуры и строительства на биоту» по программе Темпус STREAM (530397-TEMPUS-1-2012-1-SK-TEMPUS-SHMES) «Совершенствование системы обучения в течение всей жизни в области экологии и охраны окружающей среды в России».

Издание осуществлено при поддержке программы TEMPUS, грант Европейской Комиссии № 530397-TEMPUS-1-2012-1-SK-TEMPUS-SHMES, «STREAM»



Таллер Е.Б. Оценка воздействия городской инфраструктуры и строительства на биоту: учебное пособие. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2015. – 120 с.

В учебном пособии представлены сведения системы оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) в части воздействия городской инфраструктуры и строительства на биоту.

Предназначено для магистров, аспирантов, экологов-практиков, экспертов-экологов, а также преподавателей и научных сотрудников.

Рецензент – Шульга Павел Станиславович, кандидат сельскохозяйственных наук доцент кафедры эрозии и охраны почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

ISBN

© Таллер Е.Б., 2015

© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015

© Программа TEMPUS STREAM, 2012-2015

© ООО «Сам Полиграфист», 2015

Оглавление

Введение	4
Учебный модуль 1.	7
Сущность оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), правовые основы и этапы становления.....	7
Модульная единица 1.1.....	10
ОВОС: понятие, цель, задачи, принципы.	10
Модульная единица 1.2. Область применения ОВОС.....	13
Модульная единица 1.3. Нормативно-правовые основы ОВОС. Краткая история развития ОВОС	17
Учебный модуль 2.	23
Урбанизация и формирование городской среды.....	23
Городская инфраструктура.....	23
Модульная единица 2.1. Современные проблемы урбанизации.....	25
Модульная единица 2.2. Понятие «город»	28
Модульная единица 2.3. Городская среда.....	29
Модульная единица 2.4. Состав и структура.....	32
городского хозяйства	32
Учебный модуль 3.	35
Воздействие городской инфраструктуры на биоту	35
Модульная единица 3.1. Техногенные факторы городской среды.....	37
Модульная единица 3.2. Городская инфраструктура как.....	40
источник загрязнения	40
Модульная единица 3.3. Приоритетные загрязнители	42
городской среды и их воздействие на биоту	42
Учебный модуль 4.	60
Биота урбанизированных территорий	60
Модульная единица 4.1. Пути формирования биоты	62
на урбанизированных территориях.....	62
Модульная единица 4.2. Основные особенности	65
урбанизированных биогеоценозов.....	65
Модульная единица 4.3. Специфика биоты.....	68
урбанизированных территорий	68

Учебный модуль 5.	74
Оценка воздействия на биоту	74
Модульная единица 5.1. Оценка воздействия градостроительства и объектов городской инфраструктуры.....	77
на окружающую среду	77
Модульная единица 5.2 Оценка воздействия на биоту	81
Модульная единица 5.3. Оценка воздействия по критериям биологического мониторинга	96
Глоссарий	110

Введение

Интерактивный модульный курс «**Оценка воздействия городской инфраструктуры и строительства на биоту**», разработанный по программе *Темпус STREAM (530397-TEMPUS-1-2012-1-SK-TEMPUS-SHMES)* реализуется на кафедре экологии факультета почвоведения, агрохимии и экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Местом проведения подготовки бакалавров и магистров являются научно-исследовательские лаборатории: лаборатория агроэкологического мониторинга моделирования и прогнозирования экосистем кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, лаборатория и опытная база ВНИИА имени Д.Н. Прянишникова, Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник, Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник.

Данный курс представляет собой разработку, составленную на основе анализа опубликованной в России научной, научно-методической и учебной литературы, законодательных, нормативных и нормативно-методических документов, а также материалов оценки воздействия городской инфраструктуры на окружающую среду. Особое внимание уделено оценке воздействия факторов городской среды на биоту. Материал представлен в интерактивной форме, содержит 5 модулей, которые построены по общему плану. В каждом модуле имеются теоретические положения, методические и организационные указания, ключевые слова, а также список основной и дополнительной литературы. Для закрепления изучаемого материала каждый модуль содержит контрольные вопросы и примеры тестовых заданий. В конце интерактивного курса имеется глоссарий.

В результате изучения курса магистр будет обладать следующими компетенциями:

а) универсальными (УК):

общенаучными (ОНК – УК):

- готовность использовать современные природоохранные знания и методы в профессиональной деятельности (ОНК-1 – УК-1);
- готовность к выявлению сущности эколого-экономических проблем, возникающих при реализации профессиональной деятельности (ОНК-2 – УК-2);
- готовность применять освоенный арсенал средств и методов для подготовки и принятия управленческих решений в области охраны окружающей среды предприятия (ОНК-3 – УК-3);

инструментальными (ИК – УК):

- наличие знаний и навыков, необходимых для самостоятельного использования персональных компьютеров, сетевых информационных технологий, баз данных и знаний (ИК-1 – УК-4);
- владение методами компьютерной обработки и анализа больших объемов экологических данных (ИК-2 – УК-5);
- готовность к применению методов информационно-консультационного обслуживания (ИК-5 – УК-8);
- способность понимать идеи и мысли, использовать их и доносить их содержание до окружающих (ИК-6 – УК-9);

социально-личностными и общекультурными (СЛК – УК):

- способность с большой степенью самостоятельности приобретать новые знания с использованием современных образовательных и информационных технологий (СЛК-1 – УК-10);
- готовность критически оценивать накопленный опыт и корректировать на этой основе свою профессиональную деятельность (СЛК-2 – УК-11);
- готовность руководствоваться в своей деятельности принятыми этическими и правовыми нормами, регулирующими отношения человека к другим людям, обществу, окружающей и природной среде (СЛК-4 – УК-13);
- готовность к освоению культуры и переосмыслению социального опыта (СЛК-6 – УК-15);
- готовность вести здоровый образ жизни (СЛК-7 – УК-16);

б) профессиональными (ПК):

научно-исследовательская деятельность (НИК – ПК):

- способность к проведению научных исследований с использованием современных методов анализа структуры, процессов и режимов функционирования экосистем, урбоэкосистем, отбора, хранения, подготовки и

анализа почвенных, водных, воздушных и биологических проб (НИК-1 – ПК-1);

➤ готовность составлять практические природоохранные рекомендации по результатам научных исследований – с учетом воздействий, связанных с деятельностью предприятий городской инфраструктуры, экологических особенностей исследованных объектов на урбанизированных территориях, при адаптации современных версий экологических программ в системе управления природоохранной деятельностью к конкретным условиям производства (НИК-2 – ПК-2);

➤ готовность представлять результаты в форме иллюстрированных отчетов, рефератов, картосхем и докладов на публичных обсуждениях (НИК-3 – ПК-3);

проектно-технологическая деятельность (ПТК – ПК):

➤ способность понимать и анализировать основные экологические проблемы, решать приоритетные задачи в области природоохранной деятельности, устойчивого развития и экологии человека (ПТК-1 – ПК-4);

➤ готовность применять основные методологические подходы к проектированию базовых элементов экосистем и урболандшафтов, систем и технологий рационального природопользования и природоохранной деятельности производственной среды на урбанизированных территориях (ПТК-2 – ПК-5);

экспертно-аудиторская деятельность (ЭАК – ПК):

➤ способность принимать участие в экологической экспертизе при разработке перечня природоохранных мероприятий профильных разделов инвестиционных, производственных проектов, реализуемых на объектах градостроительства и городской инфраструктуры (ЭАК-1 – ПК-7).



Учебный модуль 1. Сущность оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), правовые основы и этапы становления

Вы будете изучать:

- цель, задачи, принципы ОВОС
- историю становления и методы ОВОС
- оперативные принципы экологической экспертизы (ЭЭ) и ОВОС
- основные стадии ЭЭ и ОВОС
- нормативно-правовые основы ОВОС
- зарубежный опыт проведения процедуры ОВОС
- развитие деятельности по ОВОС в России

Цели модуля:

- охарактеризовать систему проведения ОВОС
- изучить нормативные и правовые документы, необходимые для проведения ОВОС

После изучения модуля вы сможете:

- использовать нормативные и правовые документы РФ, закрепляющие обязательность проведения ЭЭ и ОВОС
- используя методы ОВОС осуществлять обоснованную природоохранную деятельность



Ключевые слова: воздействие на окружающую среду, оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), экологическая экспертиза (ЭЭ), Федеральный закон «Об охране окружающей среды», процедура ОВОС, стадии ЭЭ и ОВОС, нормативные правовые документы.

Библиографический список



Основная литература

1. Букс И.И., Фомин С.А. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС). Кн. 1: учебное пособие. – М.: МНЭПУ, 1999. – 127 с.
2. Экологическая экспертиза / Под ред. В.М. Питулько. – М.: АCADEMIA, 2004. – 476 с.
3. Экологическая оценка и экологическая экспертиза / Под ред. О.М. Черп и др. – М.: Соц.-Эколог. Союз, 2001. – 312 с.
4. Оценка воздействия на окружающую среду и российская общественность: 1979-2002 годы [монография] / Под ред. А.В. Дроздова. – М.: Товарищество научных издательств КМК, 2006. – 428 с.
5. Лобачева Г.К. и др. Оценка воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду и здоровье населения: учебное пособие [для студ. вузов] 2-е изд., перераб. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2011. – 238 с.
6. Vasenev I.I., Devyatova T.A., Kulizhskiy S.P., Nesterova O.V., Strelnikov V.V., Prokhorov I.S., Semal V.A., Grachev D.A., Korzhik I.A. Ecological LLL needs analysis for the Tempus project No. 530397-TEMPUS-1-2012-1-SK-TEMPUS-SHMES «Strengthening the Lifelong Learning in Environmental Sciences in Russia» (STREAM). – Moscow: RTSAU – PH «Scripta Manent», 2013. – 64 p.



Дополнительная литература

1. Говорушко С.М. Влияние хозяйственной деятельности на окружающую среду. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – 171 с.
2. Головина Ю.Ю. От истории развития процедуры ОВОС к необходимости разработки методологии оценки воздействия // Вестник МГТУ, 2006, т. 9, № 3. – С. 478-485.
3. Данилов-Данильян В.И., Залиханов М.Ч., Лосев К.С. Экологическая безопасность. Общие принципы и российский аспект. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 332 с.
4. Дончева А.В. Экологическое проектирование и экспертиза. Практика: учебное пособие. – М.: Изд-во Аспект-Пресс, 2002. – 287 с.

5. Конык О.А. оценка воздействия на окружающую среду (ВОС) и экологическая экспертиза [Электронный ресурс]: учебное пособие: самоств. учеб. электрон. изд.; – Сыктывкар: СЛИ, 2013. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>.

6. Максименко Ю.Л., Горкина И.Д. Оценка воздействия на окружающую среду: пособие для практиков. – М.: РЭФИА, 1996. – 92 с.

7. Матвеев А.Н., Самусенок В.П., Юрьев А.Л. Оценка воздействия на окружающую среду: учебное пособие. – Иркутск: Изд-во Иркутского государственного университета, 2007. – 179 с.

8. Приказ Госкомэкологии России от 16 мая 2000 г. № 372 «Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в РФ». Зарегистрирован в Минюсте РФ 4 июля 2000 г. № 2302.

9. Практическое пособие к СП 11-101-95 по разработке раздела «Оценка воздействия на окружающую среду» при обосновании инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений. – М.: ГП «ЦЕНТРИНВЕСТпроект», 1998. – 89 с.

10. Сорокин Н.Д. Справочник нормативно-правовых актов по вопросам охраны окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. – СПб: Интеграл, 2005. – 320 с.

11. Теличенко В.И., Слесарев М.Ю. Управление экологической безопасностью строительства. Экологическая экспертиза и оценка воздействий на окружающую среду / Учебно-методическое пособие. – М.: АСВ Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 501 с.

12. Указ Президента РФ от 1 апреля 1996 г. № 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» // Собрание законодательства РФ, 1996, № 15. – С. 1572.

13. http://ru.wikisource.org/wiki/Указ_Президента_РФ_от_04.02.1994_№_236.

14. <http://base.garant.ru/12120191/>

15. http://www.centreco.ru/projects_ovos_law_req.php.

16. <http://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=5062>



Модульная единица 1.1. ОВОС: понятие, цель, задачи, принципы.

Оценка воздействия на окружающую среду является одним из важнейших способов и инструментов управления и регулирования природопользования, играющим главнейшую роль в предупреждении возникновения экологических проблем в настоящем и будущем. Термин «Оценка воздействия на окружающую среду» у нас в стране начал использоваться с конца восьмидесятых годов как дословный перевод термина «Environmental Impact Assessment» (EIA). В положении «Об оценке воздействия на окружающую среду в Российской Федерации», (утв. приказом Минприроды России от 18 июля 1994 г. № 222), ОВОС определяется как «процедура учета экологических требований законодательства Российской Федерации при подготовке и принятии решений о социально-экономическом развитии общества с целью выявления и принятия необходимых и достаточных мер по предупреждению возможных неприемлемых для общества экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий реализации хозяйственной или иной деятельности».

? *Какова цель проведения ОВОС?*

Цель ОВОС состоит в подготовке экологически обеспеченных хозяйственных и иных решений.

По закону цели ОВОС заключаются в предупреждении возможных неблагоприятных воздействий хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы, а также в обеспечении реализации конституционных прав граждан Российской Федерации на информацию, благоприятную природную среду и экологическую безопасность.

? *Какие задачи решает ОВОС?*

ОВОС представляет собой процесс учета экологических требований в системе подготовки и принятия решений о хозяйственном развитии. В перечень основных задач, которые должны быть решены в процессе ОВОС, входят:

➤ оценка состояния окружающей среды до реализации проектных решений, т.е. определение ее исходных (фоновых) характеристик и параметров

компонентов, которые могут быть затронуты в процессе хозяйственной деятельности;

- выявление основных факторов и видов вредного воздействия в связи с реализацией планируемой деятельности: химическое загрязнение атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, загрязнение почв, физическое воздействие на окружающую среду и человека, ландшафтно-деструкционное воздействие и степень нарушения земель;

- определение лимитирующих экологических факторов устойчивости и уязвимых звеньев геосистемы;

- обоснование показателей предельно допустимого воздействия и правил природопользования, исходя из лимитирующих экологических факторов намечаемого вида деятельности. Нормативы и правила должны обеспечить устойчивое развитие биogeоценозов в рамках природных или природно-технических систем;

- создание наиболее благоприятных условий для поиска оптимальных инженерных, технических, технологических решений, способствующих минимизации неблагоприятных воздействий на окружающую среду, и разработка мер компенсации вероятных неблагоприятных последствий проектируемого предприятия на окружающую среду;

- разработка рекомендаций и мероприятий по ограничению или нейтрализации всех основных видов воздействий, включая мероприятия по рекультивации с учетом лучших мировых достижений в этой области, использования малоотходных технологий, оборотных систем водоснабжения, систем защиты окружающей среды (и, прежде всего, очистки выбросов и сбросов); выявление и принятие необходимых и достаточных мер по предупреждению возможных неприемлемых для общества потерь экологического, экономического и социального характера, связанных с намечаемой хозяйственной деятельностью; эти меры должны учитывать специфику технологических циклов и свойства загрязняющих веществ, образующихся в процессе реализации намечаемой деятельности;

- социальная и экономическая оценка результатов намечаемой деятельности в сравнении с экологическими последствиями и рекомендации по ее реализации;

- обеспечение социально-эколого-экономической сбалансированности развития территории и улучшение условий жизни и деятельности людей.



Какими принципами следует руководствоваться при проведении ОВОС?

Принципы ОВОС и экологической экспертизы закреплены в Федеральном законе от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», основные среди них следующие:

- обязательность;
- научная обоснованность;
- широкая гласность и участие общественности;
- презумпция потенциальной экологической опасности и приоритета экологической безопасности;
- комплексность оценки;
- достоверность и полнота информации;
- гласность;
- ответственность.

Принцип обязательности гласит, что «ОВОС является обязательной мерой охраны окружающей природной среды, предшествующей принятию хозяйственного решения...».

Принцип научной обоснованности, объективности и законности заключений означает, что ОВОС представляет собой научно-исследовательский процесс и должна проводиться на современном научно-техническом уровне, с использованием новейших форм и методов научных исследований квалифицированными учеными-экспертами. При этом в результате должна быть осуществлена не столько фиксация допущенных нарушений, сколько оценка их последствий, разработаны рекомендации органам или лицам, принимающим решения, а также выполнены необходимые прогнозы их реализации в действующих объектах.

Принцип широкой гласности и участия общественности предполагает доступность информации о ходе проведения ОВОС и экспертизы, принятых решениях и их учете органом управления при реализации объекта экспертизы, возможность общественных организаций и граждан получать такую информацию и доводить до сведения лиц, принимающих решения свою позицию, обязательность для последних сообщать о принятых решениях и т.д. Этот принцип обеспечивается, в частности, ст. 84 и 86 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», предусматривающими административную ответственность за отказ в предоставлении, или несвоевременное предоставление, или искажение экологической информации, а также возмещение причиненного таким правонарушением вреда. Гласность экологиче-

ской информации тесно связана с привлечением общественности к участию в обсуждении ОВОС на разных стадиях ее подготовки.

Принцип презумпции потенциальной экологической опасности любой хозяйственной деятельности означает, что любой вид деятельности может повлечь экологические последствия для окружающей среды. В связи с этим заказчик намечаемой деятельности обязан привести доказательства экологической безопасности или спрогнозировать воздействие планируемой им деятельности на окружающую среду, обосновать допустимость этого воздействия и разработать необходимые меры охраны.

Принцип комплексности оценки воздействия предполагает подготовку заказчиком раздела «ОВОС» проекта, в котором определяется воздействие, его масштабы и распространение, изменения в окружающей среде, природных процессах и явлениях, а также в социальной среде.

Принцип достоверности и полноты информации определяет необходимость предоставления заказчиком полной информации о планируемом объекте, современном состоянии окружающей среды и воздействии на нее планируемого объекта в соответствии с требованиями, которые предъявляются к комплектованию проектной документации.

Принцип гласности и участия общественности обусловлен демократичностью законодательства Российской Федерации в области экологического права и средством реализации права граждан на благоприятную экологическую среду. Принцип устанавливает обязанность заказчика информировать заинтересованные стороны о проведении ОВОС и экологической экспертизы, привлекать общественность к обсуждению, учитывать общественное мнение.

Принцип ответственности заинтересованных лиц за организацию, проведение и качество ОВОС и экологической экспертизы означает, что в случае невыполнения ими требований по организации и проведению работ они будут нести предусмотренную законодательством ответственность.



Модульная единица 1.2. Область применения ОВОС.

Сфера применения процедуры ОВОС охватывает практически все виды деятельности и программы, если они способны оказать негативное влияние на состояние окружающей природной среды, а именно:

- предложения о реализации проектов, контракты и международные договоры;
- проекты правовых актов и прочие юридические документы;
- федеральные программы экономического и социального развития;

- международные и федеральные инвестиционные программы;
- программы охраны окружающей среды;
- материалы, обосновывающие заявки на получение лицензий и сертификатов на природопользование;
- проекты технической документации, в том числе на новые технологии.

В свою очередь ОВОС представляет собой процедуру в системе подготовки хозяйственных решений, направленных на выявление и предупреждение неприемлемых для общества экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий реализации этой деятельности, а также оценку инвестиционных затрат на природоохранные мероприятия. Согласно п. 1.3 приказа Госкомэкологии России от 16 мая 2000 г. № 372 «Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в РФ» ОВОС производится для всех видов деятельности, документация которой подлежит направлению на ГЭЭ.

Всякая хозяйственная деятельность заведомо оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Поэтому всегда необходимо иметь ответ на вопрос: насколько плата за это воздействие соответствует экономическим выгодам от реализации данной деятельности? В Указе Президента РФ от 1 апреля 1996 г. № 440 «О концепции перехода России к устойчивому развитию» сформулированы критерии такого соответствия: никакая хозяйственная деятельность не может быть оправдана, если выгода от нее не превышает вызываемого ущерба; ущерб окружающей среде должен быть на столь низком уровне, какой только может быть разумно достигнут с учетом экономических и социальных факторов.

? *Для каких документов необходимы материалы по ОВОС?*

Согласно статье 14 Федерального закона от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» вся документация, подлежащая государственной экологической экспертизе, должна содержать материалы оценки воздействия на окружающую среду». Традиционно ОВОС организуется и проводится при подготовке следующих видов обосновывающей документации:

- нормативная и инструктивно-методическая, регулирующая вопросы охраны окружающей среды и экологической опасности населения;
- предьинвестиционная – концепции, программы, схемы отраслевого и территориального развития, комплексного использования и охраны природных ресурсов, схемы инженерной защиты, районных планировок и т.п.;
- градостроительная – генеральные планы застройки городов и других населенных пунктов в части экологического обоснования градостроительных решений;

- предпроектная – обоснование инвестиций в строительство (на расширение, реконструкцию, техническое перевооружение) промпредприятий, объектов и комплексов;
- проектная – проекты и рабочая документация для строительства предприятий, зданий и сооружений;
- обосновывающие материалы лицензий на природопользование в обращении с отходами;
- проекты и рабочая документация для сертификации техники, технологии и материалов.



По каким критериям выделяют объект для проведения ОВОС?

Можно выделить следующие критерии отнесения видов деятельности к тем, которые подлежат ОВОС:

- объект или вид деятельности находится в перечне видов хозяйственной деятельности, для которых ОВОС проводится в полном объеме;
- реализация проекта предполагается в районе, который имеет особый правовой статус или особую природную чувствительность;
- местное население считает необходимым проведение ОВОС из-за озабоченности экологической ситуацией.



Кто отвечает за выполнение ОВОС?

Как правило, но не всегда, за выполнение экологической оценки отвечает инициатор строительной деятельности (инвестор). Требования к процессу ОВОС могут быть установлены законом, инструкциями или другим способом в зависимости от страны или доноров, вовлеченных в финансирование проекта. Большинство процедур ОВОС требуют или рекомендуют привлекать общественность на некоторых или даже многих стадиях процесса.

Экологические экспертизы и оценки обычно выполняются группой людей, специально подобранных для этого и обладающих соответствующим научным, экономическим и социальным опытом. Эта группа людей действует как междисциплинарная команда специалистов, собранная для того, чтобы спланировать и осуществить процесс систематического исследования.



Каковы основные этапы проведения ОВОС?

1-й этап. Разработка концепции намечаемой деятельности.

Целью первого этапа проведения ОВОС является информирование общества о намечаемых действиях заказчика, которые неизбежно приведут к изменению среды обитания людей на конкретной территории. Таким образом, ОВОС начинается, когда заказчик планируемой деятельности формирует предложение по осуществлению какого-либо проекта или программы (концепция намечаемой деятельности). По результатам этого этапа с целью объявления своих намерений по организации того или иного вида деятельности на конкретной территории заказчиком готовится Уведомление о намерениях, которое содержит:

а) предварительный список намерений заказчика по характеру планируемой деятельности, включающий планы предполагаемых действий и осуществления природоохранных мероприятий, специфику ежегодных планов этих работ, перечень средств обеспечения и инфраструктуры и т.д.;

б) перечень реальных и разумных альтернатив рассматриваемому проекту.

Уведомление о намерениях передается в местные органы власти и управления для получения заказчиком разрешения на проектирование и изыскания.

2-й этап. Определение воздействий на окружающую среду

Целью второго этапа проведения ОВОС является выявление всех возможных воздействий будущего хозяйственного объекта или комплекса на окружающую среду с учетом природных условий конкретной территории, т.е. осуществляется полный анализ технологических, экономических, социальных и экологических аспектов проектного предложения с целью установления заказчиком целесообразности и необходимости дальнейшего проведения работ по ОВОС. При этом рассматривается технологическая часть проектных предложений и основные принципиальные положения по ожидаемому воздействию на окружающую среду. К таким положениям относятся:

а) экологическая обстановка на территории предполагаемого размещения предприятия;

б) общественное мнение по поводу осуществляющихся на данной территории видов хозяйственной деятельности;

в) наличие воздействий, избежать которые невозможно при существующих технологиях;

г) вероятность распространения воздействия на другие административные территории.

Приводится также обоснование целей, средств и сроков реализации проектных предложений и места размещения будущего предприятия. Последнее особенно важно при определении характера объектов воздействия (социально-демографическая структура местного населения, разнообразие растительного и животного мира и т.д.) и границ проведения дальнейших исследований по ОВОС. При обосновании заказчиком отсутствия необходимости проведения дальнейших работ по ОВОС его решение подтверждается государственными органами власти, управления и контроля, если другое не оговорено в установленном порядке.

В процессе подготовки ЗВОС также используется и анализируется информация о возможном воздействии на окружающую среду предполагаемой деятельности, включающая сведения:

- о планируемых источниках и видах воздействия;
- о характере и видах воздействия, его качественных и количественных оценках (масштаб, интенсивность, глубина, периодичность, продолжительность, пространственный охват, степень опасности намечаемой деятельности);
- об источниках воздействия (размерах, пространственных формах и расположении);
- об объектах воздействия.

Результат завершения этапов Процедуры ОВОС оформляется следующими документами:

- а) уведомление о намерениях (УН);
- б) заявление о воздействии на окружающую среду (ЗВОС);
- в) протокол обсуждения ЗВОС;
- г) заявление об экологических последствиях (ЗЭП).



Модульная единица 1.3. Нормативно-правовые основы ОВОС. Краткая история развития ОВОС

1.3.1. Нормативно-правовые основы ОВОС

Национальная политика Российской Федерации в области ОВОС определена в Федеральном законе от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», который содержит специальную главу VI «Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза» и главу VII «Требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной или иной деятельности». В частности, статья 32 посвящена определению целей и задач ОВОС, статья 33 – целям проведения экологической экспертизы. В статье 33

говорится, что «оценка воздействия на окружающую среду проводится в отношении планируемой хозяйственной и иной деятельности, которая может оказать прямое или косвенное воздействие на окружающую среду, независимо от организационно-правовых форм собственности субъектов хозяйственной и иной деятельности. Оценка воздействия на окружающую среду проводится при разработке всех альтернативных вариантов предпроектной, в том числе прединвестиционной, и проектной документации, обосновывающей планируемую хозяйственную и иную деятельность, с участием общественных объединений». Здесь же сказано, что «требования к материалам оценки воздействия на окружающую среду устанавливаются федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды». Помимо указанных глав и статей, напрямую посвященных ОВОС, в данном законе глава IV «Экономическое регулирование в области охраны окружающей среды» и глава V «Нормирование в области охраны окружающей среды» также имеют большое значение для проведения ОВОС.

? Какие документы, кроме закона «Об охране окружающей среды» регулируют ОВОС?

К нормативно-правовым подзаконным актам в области ОВОС относятся следующие:

➤ указы Президента РФ, регулирующие различные аспекты охраны ОС. Например, указ Президента РФ от 4 февраля 1994 г. № 236 «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития», указ Президента РФ от 1 апреля 1996 г. № 440 «О Концепции перехода России к устойчивому развитию». В этих документах, в частности указывается на «экологически обоснованное размещение производительных сил», на «оценку хозяйственной емкости экосистем и определение допустимого на них антропогенного воздействия», подразумевает проведение ОВОС;

➤ нормативные документы специально уполномоченных государственных органов в области экологической экспертизы;

➤ нормативные документы других ведомств по ОВОС.

? Какие международные документы определяют проведение ОВОС?

Важнейшим международным документом в изучаемой области служит *Международная конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте*.

Вторым по значимости международным документом в области ОВОС

служит *Директива ЕЭС № 337/85/ЕЭС Об оценке воздействия некоторых государственных и частных проектов на окружающую среду.*

? Какими нормативными документами пользуются при проведении ОВОС?

Нормативными документами, которые используются при проведении ОВОС являются Государственные стандарты, нормы, правила, перечни и классификаторы, а также руководства, методики, методические и другие рекомендации, справочные пособия. Это нормативно-технические документы, содержащие конкретные количественные нормативы, показатели и критерии для проверки предлагаемых решений на соответствие экологическим требованиям.

1.3.2. Краткая история развития ОВОС

Чтобы понять, каким образом может и должна в дальнейшем развиваться деятельность по ОВОС в России, необходимо хотя бы кратко осмыслить, какие именно шаги и почему были сделаны как в нашей стране, так и во всем мире в этой области за последние десятилетия.

? Каков зарубежный опыт проведения процедуры ОВОС?

Принятие Конгрессом США (1969) и подписание Президентом США Р. Никсоном (1970) законодательного акта «О национальной политике в области окружающей среды» (National Environmental Policy Act – NEPA) положило начало проведению процедуры ОВОС. В 1979 г. Совет по качеству окружающей среды США утвердил «Правила по выполнению процедур ОВОС», установленных NEPA, которые в 1986 г. на основе практического опыта были существенно переработаны. На основе NEPA правовые службы отдельных штатов США разрабатывают и принимают на законодательном уровне собственные правила по выполнению процедур ОВОС. В настоящее время такая работа проделана более чем в 15 штатах.

В 1972-1973 гг. федеральное правительство Канады ввело порядок проведения ОВОС, издав Инструктивную директиву по ОВОС, которая определяла суть и цель федеральной экологической оценки. В 1995 г. вступил в силу принятый тремя годами раньше закон Канады «Об экологической оценке», а федеральное Агентство по оценке воздействия на окружающую среду Канады было преобразовано в Канадское агентство по экологической оценке.

Законодательные акты, содержащие элементы процесса оценки воздействия на окружающую среду, были приняты в Австралии (1974 г.), Франции (1976 г.), Новом Южном Уэльсе (1979 г.).

В 1985 г. Европейская экономическая комиссия (ЕЭК) ООН приняла Директиву 85/337/ЕЭС для стран – членов Европейского экономического сообщества (ЕЭС) «Об оценке воздействия некоторых государственных и частных проектов на окружающую среду», на основе которой были изданы самостоятельные законодательные и/или административные акты о применении процедур ОВОС в системе принятия хозяйственных и иных решений в ФРГ (1990 г.), Греции (1986 г.), Ирландии (1989 г.), Дании (1989 г.), Италии (1988 г.), Нидерландах (1987 г.), Испании (1987 г.), Португалии (1990 г.), Новой Зеландии (1986 г.), Японии (1986 г.) и ряде других стран.



Как развивалась деятельность по ОВОС в России?

Официальным началом деятельности по оценке воздействия на окружающую среду в нашей стране принято считать 1985 г., когда были утверждены Строительные нормы и правила (СНиП 1.02.01-85) «О составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений». В приложении № 4 «Охрана окружающей природной среды» к указанным СНиП появилась рекомендация, согласно которой, этот раздел рабочего проекта строительства хозяйственного объекта должен был содержать *«комплексную оценку оптимальности предусматриваемых технических решений по рациональному использованию природных ресурсов и мероприятий по предотвращению отрицательного воздействия строительства и эксплуатации предприятия, сооружения на окружающую природную среду, включая флору и фауну»*.

В 1990 г. Госкомприроды СССР была утверждена «Временная инструкция о порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду при разработке технико-экономических обоснований (расчетов) и проектов строительства народнохозяйственных объектов и комплексов» (со сроком действия до 01.01.92), которая впервые использовала аббревиатуру ОВОС и стала первым нормативным документом в этой области. На основе Временной инструкции более 20 министерств и ведомств утвердили по согласованию с Госкомприроды СССР отраслевые инструкции по проведению ОВОС, которые стали первым «эшелон» нормативной базы по оценке воздействия на окружающую среду. В 1992 г. территориальные органы системы Госкомприроды СССР получили указание от руководства Комитета не принимать на государственную экологическую экспертизу обосновывающую документацию без информации об использовании в проектных решениях результатов проведения ОВОС.

Национальная политика Российской Федерации в области ОВОС определена в Федеральном законе от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», который содержит специальную главу VI «Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза».



Вопросы для самоконтроля к модулю 1.

1. Дайте определение ОВОС и сформулируйте задачи оценок воздействия.
2. Какие федеральные законы (кодексы) регламентируют экологическую экспертизу в России и содержат относящиеся к ней положения?
3. Назовите основные нормативно-правовые документы, в которых содержатся основные юридические требования в ОВОС.
4. Перечислите виды и объекты хозяйственной деятельности, при строительстве и проектировании которых ОВОС проводится в обязательном порядке.
5. Определите различия между ОВОС и экологической экспертизой.
6. Какие принципы характерны для ОВОС?
7. Нормативно-правовое обеспечение ОВОС.
8. Что означает принцип превентивности в ОВОС?
9. Какие основные требования предъявляются к материалам ОВОС?



Примеры тестовых заданий к модулю 1

1. Участие общественности при подготовке материалов по оценке воздействия на окружающую среду может осуществляться:

- а) на этапе определения задач;
- б) на этапе оценки полноты и качества;
- в) на этапе подготовки обосновывающей документации;
- г) на любом этапе процесса.

2. Направление «Оценка воздействия на окружающую среду» возникло в:

- а) России;
- б) США;
- в) Франции;
- г) Японии.

3. Официальным началом деятельности по ОВОС в нашей стране принято считать:

- а) 1965;
- б) 1970;
- в) 1985;
- г) 1995;

4. Важнейшими международными документами, определяющими проведение ОВОС, служат:

- а) Международная конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте;
- б) Директива ЕЭС № 337/85/ЕЭС «Об оценке воздействия некоторых государственных и частных проектов на окружающую среду»;
- в) Киотский протокол;
- г) Федеральный закон от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе».

5. Первым нормативным документом в России, в котором требовалось оценить состояние окружающей среды и экосистем в регионе предполагаемого строительства, а также сделать прогноз воздействия на них со стороны проекта, является:

- а) Приказ Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. N 372 "Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации";
- б) Строительные нормы и правила (СНиП);
- в) указ Президента РФ от 1 апреля 1996 г. № 440 «О Концепции перехода России к устойчивому развитию».
- г) Временная инструкция о порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду при разработке технико-экономических обоснований (расчетов) и проектов строительства народнохозяйственных объектов и комплексов, 1990 г.



Учебный модуль 2. Урбанизация и формирование городской среды. Городская инфраструктура.

Вы будете изучать:

- сущность урбанизации и ее динамику;
- современные экологические проблемы урбанизации;
- город и формирование городской среды;
- городская инфраструктура.

Цели модуля:

- изучить сущность процесса урбанизации и связанные с ним экологические проблемы;
- освоить основные принципы взаимодействия экологических факторов в урбанизированной среде;
- знать экологические проблемы городов и связь их с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий;
- ознакомиться с особенностями формирования городской среды;
- знать состав и структуру городского хозяйства.

После изучения модуля вы сможете:

- анализировать социально значимые проблемы и процессы в урбанизированной среде;
- оценивать экологические проблемы городов;
- анализировать динамику изменения качества городской среды.



Ключевые слова: урбанизация, городское население, динамика численности населения, город, городская среда, индекс устойчивого развития города, городское хозяйство, городская инфраструктура.

Библиографический список



Основная литература

1. Денисов В.В., Курбатова А.С., Денисова И.А., Бондаренко В.Л., Грачев В.А., Гутенев В.В., Нагнибеда Б.А. Экология города: учебное пособие / Под ред. проф. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д., 2008. – 832 с.
2. Маслов Н.В. Градостроительная экология. – М.: Высшая школа, 2003. – 284 с.
3. Ручин А.Б., Мещеряков В.В., Спиридонов С.Н. Урбоэкология для биологов. – М.: КолосС, 2009. – 195 с.
4. Тетиор А.Н. Городская экология. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.
5. Экология города. – М.: Научный мир, 2004. – 624 с.
6. Vasenev I.I., Devyatova T.A., Kulizhskiy S.P., Nesterova O.V., Strelnikov V.V., Prokhorov I.S., Semal V.A., Grachev D.A., Korzhik I.A. Ecological LLL needs analysis for the Tempus project No. 530397-TEMPUS-1-2012-1-SK-TEMPUS-SHMES «Strengthening the Lifelong Learning in Environmental Sciences in Russia» (STREAM). – Moscow: RTSAU – PH «Scripta Manent», 2013. – 64 p.



Дополнительная литература

1. Александрова В.П., Гусейнов А.Н., Нифантьева Е.А., Болгова И.В., Шапошникова И.А. Изучаем экологию города на примере московского столичного региона (пособие учителю по организации практических занятий). – М.: Бином, 2009. – 400 с.
2. Битюкова В.Р. Социально-экологические проблемы развития городов России. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 448 с.
3. Кругляк В.В., Карташова Н.П. Урбоэкология и мониторинг среды. – Воронеж: ВГЛТА, 2004. – 71 с.
4. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. – М.: Академический проспект; Гуадеамус, 2007. – 237 с.
5. Соколов О.А., Черников В.А., Лукин С.В. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды. – Белгород: Константа, 2008. – 188 с.
6. Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. – М.: Протектор, 2001. – 304 с.
7. Экология крупного города (на примере Москвы): учебное пособие под общей ред. А.А. Минина. – М.: «ПАСЬВА», 2001. – 192 с.



Модульная единица 2.1. Современные проблемы урбанизации

? *В чем заключается процесс урбанизации? Какова динамика урбанизации?*

Возникновение и постоянное увеличение площади и численности населения городов, приобретение сельскими поселениями городских признаков, повышение роли городов в социально-экономическом развитии общества, формирование городского населения, ведущего специфический образ жизни, а также «городских» популяций растений и животных составляет сущность процесса, называемого *урбанизацией* (от лат. *urbanus* – городской). Общая площадь урбанизированной территории Земли составила в 1980 г. 4,69 млн. км². Ожидается, что в 2070 г. она достигнет 19 млн. км², т.е. 12,8% всей и более 20% жизнепригодной территории суши.

Поступательный процесс урбанизации особенно ярко проявился в эпоху научно-технической революции. Если городское население Земли в 1800 г. составляло всего лишь 3%, в 1900 г. – 13,6%, то в 2000 г. в городах мира проживала почти половина населения планеты.

Настоящим веком урбанизации стал XX век. Мощное индустриальное развитие стран в этот период способствовало быстрому развитию городов. А демографический взрыв второй половины XX века вызвал ускорение темпов роста городского населения во всем мире.

Доля городского населения в Европе за 1950-2000 гг. возросла с 56 до 79%. Для стран Латинской Америки темпы роста городского населения составили в среднем 2,9% в год. Особенно интенсивно процессы урбанизации протекают в развивающихся странах (табл. 2.1.1).

С ростом численности населения города обычно растет и плотность его населения. Плотность населения в городах составляет от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч человек на 1 км². Например, Лос-Анджелес имеет 3,3, Детройт – 4,2, Чикаго – 5,8, Филадельфия – 5,8, Монреаль – 10,0, Нью-Йорк – 10,2, Осака – 16,6, Токио – 17,0, Калькутта – 28,6, Бомбей – 38,6 тыс. чел/км². В совокупности эти факторы приводят к обострению экологической ситуации в городах.

В России наиболее быстро увеличивается население больших городов и городов более крупного ранга.

Таблица 2.1.1

Процент городского населения в некоторых регионах мира

Регионы мира	Год		
	1950	1986	2000
Северная Америка	64	74	78
Европа	56	73	79
Восточная Азия	43	70	79
Латинская Америка	41	65	77
Китай	12	32	40
Африка	15	30	42
Южная Азия	15	24	35
Российская Федерация	48	72	73

По оценке Росстата в России на 1 января 2013 г. было 143 347 059 постоянных жителей. В настоящее время на территории России располагается 1 097 городов. Из этого количества 166 городов относятся к большим городам и городам более крупного ранга. В этих городах проживает 59,5 млн. жителей, что составляет 73% городского населения или почти 42% всего населения страны. Всего же в России городское население по состоянию на 2013 г. составило 74% (табл. 2.1.2).

Таблица 2.1.2

Городское население Российской Федерации (по данным Росстата на 2013 г.)

Федеральный округ	Города-миллионеры	Крупнейшие (500 000 – 1 000 000)	Крупные (250 000 – 500 000)	Большие (100 000 – 250 000)	Средние (50 000 – 100 000)	Малые (до 50 000)	Итого
Дальневосточный	0	2	2	6	6	50	66
Приволжский	5	7	5	16	35	130	198
Северо-Западный	1	0	6	4	12	123	146
Северо-Кавказский	0	1	3	10	8	34	56
Сибирский	3	5	2	11	20	89	130
Уральский	2	1	5	8	16	83	115
Центральный	2	3	12	27	37	226	307
Южный	2	2	4	9	16	46	79
Итого	15	21	39	91	150	781	1097
Население, чел.	32 086 133	12 627 203	13 347 065	13 937 429	10 508 649	1 634 885	98 793 161
Население, %	32,5	12,8	13,5	14,1	10,6	16,5	100,0

По состоянию на 1 января 2013 г. 166 городов имеют население численностью более 100 000 человек. Из них 15 городов имеют население численностью более 1 000 000 человек.

Средняя плотность населения составляет около 8,38 человека на км², при этом население распределено крайне неравномерно: 78% россиян проживает в европейской части России, которая составляет менее 25% территории. Среди субъектов федерации наибольшая плотность населения зарегистрирована в Москве – более 4 626 человек на км², наименьшая – в Чукотском автономном округе – менее 0,07 человек на км².

? *Какие экологические проблемы поставила перед человечеством урбанизация?*

Урбанизированные территории занимают все большие площади суши, и экологические проблемы городской среды распространяются на все большие территории, затрагивая почти половину населения планеты.

Урбанизация поставила перед человечеством ряд экологических проблем, среди которых наиболее острыми являются: уязвимость городских систем, миграция и концентрация населения, низкое качество среды обитания, потеря плодородных земель, удаление отходов. Крупный город изменяет почти все компоненты природной среды – атмосферу, растительность, почву, рельеф, гидрографическую сеть, подземные воды, грунты и даже климат.

Территории многих городов России и характер функционирования различных городских территорий до настоящего времени не отвечают требованиям устойчивого развития. Многие экологические проблемы крупных городов обусловлены не столько самим процессом урбанизации, сколько недостатками управления и планирования. Возникает необходимость не столько в эффективных способах ликвидации негативных последствий антропогенного воздействия на природную среду, сколько в надежных механизмах их предупреждения. В этом направлении особая роль принадлежит совершенствованию методов экологической экспертизы, новой техники, технологий, проектов строительства и т.д.



Модульная единица 2.2. Понятие «город»



Что заключено в понятии «город»?

Слово «город» происходит от слов «городить», «огораживать». Возникновение первых городов относится к периоду перехода от кочевого к оседлому образу жизни, от первобытнообщинного строя к рабовладельческому, периоду первого крупного разделения труда на сельскохозяйственный и ремесленный. Разделение труда привело к появлению обмена продукцией и развитию торговли. Поэтому первые города чаще возникали на перекрестках торговых путей. За пять-шесть тысячелетий своей эволюции города прошли путь от сравнительно небольших по числу жителей и занимаемой площади, простых по организации и структуре образований к сложным и крупным экономическим, социально-политическим, культурно-религиозным, научным, военно-стратегическим центрам и агломерациям.



Какие критерии положены в основу классификации городов в России?

Критериями определения городских поселений в современной России являются:

- численность населения данного населенного пункта (для городов она должна быть не менее 10 000 человек);
- род занятий населения (не менее 85% населения, относящегося к городским поселениям, должно состоять из рабочих, служащих и членов их семей).

Еще одним критерием классификации городов является их специализация, определяющая структуру занятости в городах, а также профиль производственной деятельности градообразующих предприятий.



Как можно определить специализацию города?

Специализацию города можно определить с помощью индекса специализации, рассчитываемого по формуле:

$$S_i = (N_i - N_j) / N_j,$$

где S_i – индекс специализации города i по отрасли N ; N_i – доля отрасли N в суммарной занятости города i ; N_j – доля отрасли N в суммарной занятости в стране.

В России по функциональному признаку выделяют административные центры территорий, промышленные, ресурсодобывающие, агропромышленные города, транспортные узлы и порты. Так, 58% малых и средних городов России выполняют агропромышленную функцию, 75% – промышленную, 70% – транспортную, 32% – рекреационную; 215 – города-спутники, специализирующиеся на обслуживании крупных городов. Особенности отличаются курортные города, наукограды, закрытые административно-территориальные образования (ЗАТО). Однако, большинство городов, в том числе все крупные города, имеют многофункциональное назначение.



Какие категории городов существуют в России?

В соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» города классифицируются по численности населения на шесть основных категорий (табл. 2.2.1).

Таблица 2.2.1

Классификация населенных пунктов в Российской Федерации

Размер	Города и поселки	Сельские поселения
Сверхкрупные	> 3 000 000	-
Крупнейшие	1 000 000 – 3 000 000	-
Крупные	250 000 – 1 000 000	> 5 000
Большие	100 000 – 250 000	1 000 – 5 000
Средние	50 000 – 100 000	200 – 1 000
Малые	< 50 000	< 200



Модульная единица 2.3. Городская среда



Что включает в себя понятие «городская среда»?

Городская среда представляет собой совокупность антропогенных объектов, компонентов природной среды, природно-антропогенных и природных объектов. При этом природная среда и искусственная городская среда взаимосвязаны и взаимозависимы. Кроме того, производственные и другие антропогенные объекты воздействуют на природную среду города через хозяйственную и иную деятельность.

Антропогенные объекты искусственной городской среды занимают основную часть территории города. К ним относятся жилые, общественные и промышленные здания, улицы, магистрали, площади, подземные переходы, стадионы, телебашни и другие сооружения. К числу антропогенных объектов относятся также транспортные и другие передвижные и технические средства. Антропогенные объекты делятся на градостроительные, производственные и объекты городских инфраструктур: транспортной, инженерной и социальной.

Компонентами природной среды города являются атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы, грунты, солнечный свет. Это компоненты среды обитания, без которых жизнь человека и других организмов невозможна.

К природно-антропогенным объектам относятся городские леса, парки, сады, озелененные территории жилых и промышленных районов, бульвары, скверы, защитные зоны, каналы, водохранилища и т.п. Природно-антропогенные и природные объекты вместе с компонентами природной среды образуют природную среду города, которая является важнейшей составляющей городской среды. Именно природная среда необходима для жизни и является ее основой.



Каковы особенности формирования городской среды?

Город, взаимодействуя с природной средой, выделяет в окружающую среду разнообразные вещества и энергию, и в город также поступают материалы, вещества, энергия. Внутри города эти потоки пересекаются и взаимодействуют (люди производят изделия, энергию, потребляют пищу и воду и т.д.), что приводит к появлению новых изделий, веществ и воздействий. Множество видов веществ и энергии после их использования в городе поступает в природу, в том числе в атмосферу, гидросферу, почву в виде загрязнений. Знание основ взаимодействия города и природы как геосоциальной системы может помочь разработке более экологичных путей развития города, направлений формирования здоровой и комфортной городской среды.



Как можно оценить экологическое благополучие городской среды?

Комплексная оценка уровня экологического благополучия городской среды проводится по совокупности медико-демографических, санитарно-гигиенических и экономических показателей. Учитывается качественное состояние здоровья населения, природной и искусственной среды. Существует два варианта оценки: определение балльного показателя экологического благополучия и расчет индекса устойчивого развития города.

Для определения балльного показателя выделяют 7 ступеней экологического состояния городской среды, каждая из которых характеризуется определенной суммой баллов. Все ступени образуют так называемую «экологическую пирамиду» (рис. 2.3.1).

1-я ступень. *Краховое состояние* – массовые смертельные исходы среди населения, невосстанавливаемые поражения природной среды и разрушения функциональной и композиционной систем организации городской среды.

2-я ступень. *Катастрофическое состояние* – массовые заболевания населения, крупные поражения природной среды в масштабах города и региона, разрушения функциональной и композиционной систем с возможным их восстановлением.

3-я ступень. *Кризисное состояние* – сигнальные случаи заболевания населения, очаговые поражения природных ресурсов, нарушения требований градостроительных СНиПов и принципов композиции, затрудняющих реализацию функционально-утилитарных и художественно-эстетических потребностей человека.

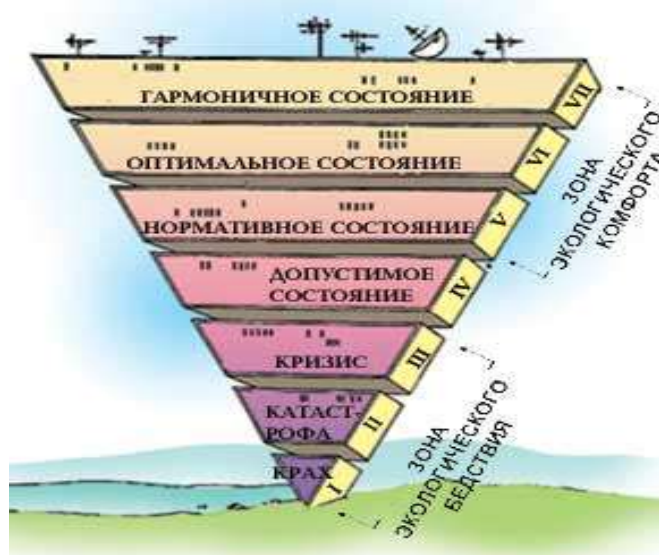


Рисунок 2.3.1. Пирамида дифференцированной оценки экологического состояния городской среды

4-я ступень. *Допустимое состояние* – отступления от нормы, не приводящие к заметным отклонениям в здоровье человека и в природной среде, отклонения от требований СНиПов и принципов композиции не вызывают художественно-эстетического и психологического дискомфорта.

5-я ступень. *Нормативное состояние* – соответствие санитарно-гигиеническим требованиям, на природную среду не оказывается больших антропогенных нагрузок, нормальное функционирование человеческого организма, флоры и фауны; соблюдение градостроительных СНиПов, принципов и правил композиции.

6-я ступень. *Оптимальное состояние* – учет индивидуальных потребностей человека; соответствие функциональной и композиционной организации искусственной среды местным природным условиям, потребностям конкретных социальных групп.

7-я ступень. *Гармоническое состояние* – совершенство и упорядоченность экологических, функциональных и эстетических отношений между населением, природной и архитектурной средой.

Отдельные зоны города характеризует балльный показатель, установленный в соответствии со степенями экологического состояния среды. Уровень экологического благополучия городской среды в целом оценивается в сумме баллов всех зон города с учетом весовых коэффициентов, установленных экспертной оценкой.



Как рассчитать индекс устойчивого развития города?

Расчет индекса устойчивого развития города проводится по формуле

$$I_{y.p.z} = \sum_1^n \frac{P_{cp}}{P_n} \cdot K_i,$$

где n – число показателей, P_{cp} – средний или фактический показатель, P_n – нормативный показатель, K_i – весовой коэффициент i -го показателя.

В качестве показателей рекомендуется рассматривать степень загрязнений атмосферного воздуха (воды, почвы, растительности), среднюю продолжительность жизни, уровень среднедушевого дохода населения, отношение расходов на социальные программы к ВВП.

По значениям балльного показателя и индекса устойчивого развития города анализируется динамика изменения качества городской среды.



Модульная единица 2.4. Состав и структура городского хозяйства



Что включают понятия «городское хозяйство» и «городская инфраструктура»?

Городское хозяйство – это сложный, динамично развивающийся комплекс различных отраслей, тесно связанных между собой и объединенных общей целью удовлетворения жизненно важных потребностей населения, а также различных организаций и предприятий, расположенных на территории города.

Представим город как совокупность следующих организационно-технических комплексов: социального, инженерного, строительного, торгового, промышленного, транспортного.

Социальный комплекс объединяет все указанные комплексы в единую городскую систему, управляемую городской администрацией, и состоит из системы управления и финансирования города, систем сохранения правопорядка и социального обеспечения пожилых людей и неимущих.

Комплекс городского хозяйства (инженерный) состоит из систем водоснабжения и канализации, эксплуатации жилья, вывоза и переработки отходов, ремонта и эксплуатации дорог, муниципального энерго- и теплоснабжения, эксплуатации и развития зеленых насаждений.

Строительный комплекс включает в себя организации по промышленно-гражданскому строительству городского подчинения и строительству дорог.

Торговый комплекс состоит из торговых предприятий и систем снабжения (транспорт, торговые базы).

Промышленный комплекс вбирает в себя все производства и систему координации промышленных предприятий на территории города.

Транспортный комплекс объединяет транспортные предприятия муниципального подчинения, содержит систему координации всех транспортных предприятий на территории города и систему управления движением в городе. Определения «городское хозяйство» и «городская инфраструктура» с точки зрения общих подходов носят схожий характер и могут использоваться как синонимы, однако принципиальным отличием является включение в понятие «городское хозяйство» системы управления этим комплексом, что выделяет городское хозяйство в отдельную систему, включающую экономическую, социальную и организационную (управленческую) компоненты. Традиционно в системе городского хозяйства выделяют следующие составляющие городской инфраструктуры:

- *производственно-хозяйственная инфраструктура* (транспорт, связь, энергетическое и коммунальное хозяйство);
- *транспортная инфраструктура* (дороги, вокзалы, порты, терминалы, склады и т.п.);
- *организационно-институциональная инфраструктура* (торговые, юридические, аудиторские, консалтинговые фирмы, рекламные агентства, бизнес инкубаторы, бизнес центры, технопарки и т.п.);
- *социальная инфраструктура* (учреждения образования, здравоохранения, культуры, рекреации и спорта);
- *финансовая инфраструктура* (банки, страховые и инвестиционные компании, пенсионные фонды и т.п.);
- *информационная инфраструктура* (информационные сети; системы связи телекоммуникаций справочные системы и т.п.). Градостроительный кодекс Российской Федерации подразделяет городскую инфраструктуру на инженерную (здания, сооружения), транспортную (коммуникации) и социальную.



Вопросы для самоконтроля к модулю 2

1. Современные тенденции мировой урбанизации.
2. Особенности урбанизации в России в последние десятилетия.
3. Назовите общие для всех стран критерии города.
4. Каковы факторы и предпосылки развития городов?
5. Где расположены мегалополисы, какие города они включают?
6. Какие показатели используются при анализе урбанизации?
7. Назовите качественные и количественные различия урбанизации в развитых и развивающихся странах.
8. Критерии классификации городов
9. Как оценить экологическое состояние городской среды?
10. Что включает понятие «городская инфраструктура»?



Примеры тестовых заданий к модулю 2

1. Урбанизация – это:

- а) рост городов
- б) рост городского населения
- в) рост городов и городского населения
- г) рост городов, городского населения и усиление их роли

2. Рост доли горожан во второй половине XX века был максимален в:

- | | |
|---------------|----------------------|
| а) Австралии; | б) Африке; |
| в) Европе; | г) Латинской Америке |

3. Доля горожан в настоящее время минимальна в:

- | | |
|----------------------|-----------|
| а) Австралии; | б) Азии |
| в) Северной Америке; | г) Европе |

4. Основным показателем уровня урбанизации является:

- а) количество крупных городов;
- б) соотношение городского и сельского населения;
- в) наличие городских агломераций.

5. В каком из регионов мира в 2000 г. был наибольший процент городского населения?

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| а) Северная Америка; | б) Латинская Америка; |
| в) Китай; | г) Африка. |



Учебный модуль 3. Воздействие городской инфраструктуры на биоту

Вы будете изучать:

- общее представление о воздействии техногенных факторов городской инфраструктуры на компоненты окружающей среды;
- источники загрязнения и приоритетные загрязнители городской среды;
- приоритетные загрязнители городской среды и их воздействие на биоту.

Цели модуля:

- дать представление о воздействии техногенных факторов городской инфраструктуры на окружающую среду;
- дать характеристику основных загрязнителей городской среды;
- показать воздействие приоритетных загрязняющих веществ на биоту.

После изучения модуля вы сможете:

- правильно оценивать виды воздействия техногенных факторов городской инфраструктуры на окружающую среду;
- учитывать возможные пути воздействия основных загрязнителей городской среды на биоту;
- учитывать действие отдельных элементов городской инфраструктуры на биоту.



Ключевые слова: источник загрязнения, миграция и трансформация загрязняющих веществ, приоритетные загрязнители, тяжёлые металлы, радионуклиды, полиароматические углеводороды, диоксины.

Библиографический список



Основная литература

1. Денисов В.В., Курбатова А.С., Денисова И.А., Бондаренко В.Л., Грачев В.А., Гутенев В.В. Нагнибеда. Б.А. Экология города: учебное пособие под ред. проф. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д., 2008. – 832 с.
2. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2003. – 273 с.
3. Рязанцев А.Н., Лысенко А.Л., Рыбальский Н.Г., Алексашина В.В., Тетиор А.Н., Самотесов Е.Д., Горбатовский В.В., Игнатович И.В. Экологическая безопасность в строительном комплексе. – М.: НИА-Природа, 1999. 310 с.
4. Хомич В.А. Экология городской среды: учебное пособие для вузов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2002. – 267 с.
5. Экология города: учебник. – К.: Либра, 2000. – 464 с.



Дополнительная литература

1. Вайнерт Э. и др. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта; пер. с нем. – М.: Мир, 1988. – 348 с.
2. Голубев И.Р., Новиков Ю.В. Окружающая среда и транспорт. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.
3. Десслер Х.Г. Влияние загрязнителей воздуха на растительность. Причины. Воздействие. Ответные меры. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 181 с.
4. Дымова Т.В., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Критерии устойчивости и оценка состояния растительности дельты р. Волги под влиянием антропогенного воздействия: монография. – Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2011. – 161 с.
5. Каплин В.Г. Биондикация состояния экосистем: учебное пособие для студентов биологических специальностей университетов и сельскохозяйственных вузов. – Самара: Самарская ГСХА, 2001. – 143 с.
6. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. – М.: Медицина для всех, 2005. – 196 с.
7. Рожков А.А., Козак В.Т. Устойчивость лесов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
8. Теличенко В.И., Слесарев М.Ю. Управление экологической безопасностью строительства. Экологическая экспертиза и оценка воздействий на окружающую среду: учебно-методическое пособие. – М.: АСВ, 2006. – 501 с.
9. Туровцев В.Д., Краснов В.С. Биоиндикация: учебное пособие. – Тверь: Тверской государственный университет, 2004. – 260 с.



Модульная единица 3.1. Техногенные факторы городской среды



Какие техногенные факторы действуют на территории городов?

Функционирование объектов городской инфраструктуры порождает целый ряд техногенных факторов, которые из-за плохо управляемого социально – экологического развития городов привели к росту негативных воздействий на природную среду (табл. 3.1.1).

Таблица 3.1.1

Воздействия городов на природную среду и их последствия

Воздействие	Последствия				
	для почвы	для растительности	для животного мира	для воздуха	для воды
Сокращение площади почвенно-растительного слоя	Повышение удельной антропогенной нагрузки, деградация	Повышение удельной антропогенной нагрузки, сокращение разнообразия, деградация	Исключение экологических ниш, сокращение разнообразия, вытеснение, гибель	Сокращение очистки, ухудшение состава	Ухудшение самоочистки, состава
Антропогенные наносы (культурные слои)	Изменение состава, нарушение самоочищения, деградация	Ослабление роста и ускорение процессов старения и отмирания	Угнетение жизнедеятельности почвенных микроорганизмов	То же	То же
Покрытие почвы непроницаемым слоем при строительстве	Полное прекращение круговорота веществ	Гибель всей растительности	Гибель всего животного мира – редуцентов и др.	Ухудшение состава воздуха ввиду прекращения круговорота	Ухудшение состава и свойств, концентрация загрязнений
Загрязнение насыпных почв,	Изменение структуры и свойств,	Концентрация загрязнений, ухудшение	Обеднение биоты, вытеснение из эко-	Загрязнение, ухудше-	Загрязнение, ухудше-

создание свалок	накопление особо опасных неперерабатываемых веществ, исключение самоочищения	свойств, деградация	логических ниш, гибель	ние состава и свойств	ние состава и свойств
Поглощение городом не возвращаемой в природу органической массы	Нарушение геохимического цикла, разрушение структуры, гумуса	Уменьшение содержания питательных веществ в почве	Угнетение жизнедеятельности почвенной микрофлоры	Сокращение самоочистки воздуха, его загрязнение	Сокращение самоочистки воды, загрязнение
Вытапывание, уплотнение почв	Нарушение структуры, свойств, переуплотнение	Угнетение и гибель растительности	Сокращение жизнедеятельности микрофлоры	То же	То же
Перегрев почв летом, повышение температуры и снижение влажности воздуха	То же, гибель почвенных организмов	То же, гибель почвенной микрофлоры	Гибель почвенной микрофауны	То же	То же
Поступление загрязнений в воздух и воду	Загрязнение почв, изменение их физического и химического состава	Угнетение растительности концентрация загрязнений, гибель	Отравление животных, болезни, гибель	Сокращение способности к самоочистке, негативное изменение свойств	Попадание загрязнений с осадками в воду, сокращение и исключение самоочищения
Шумовое загрязнение	-	Угнетение растительности	Угнетение, гибель животных	То же, из-за угнетения флоры	То же



Каковы основные источники загрязнения городской среды?

Источниками загрязнения городской среды являются любые объекты производственной и бытовой деятельности людей, приносящие загрязнения в атмосферный воздух, водные объекты, почву и грунты города.

Источники загрязнения атмосферного воздуха – это транспортный и теплоэнергетический комплексы, промышленные предприятия цветной и черной металлургии, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, машиностроения, стройиндустрии, пищевой и газовой промышленности, а также жилищно-коммунальное хозяйство. Значительный вклад в загрязнение воздуха городов вносят теплоэнергетические предприятия: ТЭС, отопительные и производственные котельные.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха служат автомобильный транспорт. Суммарный объем выбросов загрязняющих веществ на территории Российской Федерации составляет 35 млн. т в год, из них 60% приходится на автотранспортный комплекс и 40% на выбросы предприятий промышленности.

Источники шумового загрязнения воздушной среды города – это, в первую очередь, автомобильный транспорт, а также железнодорожный, авиационный и электротранспорт. Свой вклад в шумовое загрязнение вносят промышленные, строительные, дорожные, погрузочно-разгрузочные, бытовые и прочие машины и агрегаты. На селитебной территории города источниками шума являются сооружения транспортной инфраструктуры, объекты спорта и торговли: автомагистрали, автобусные, троллейбусные и железнодорожные вокзалы, аэропорт, физкультурно-оздоровительные сооружения открытого типа, торговые комплексы, рынки.

К источникам вибрации относятся: городской наземный транспорт, метрополитен, промышленные предприятия.

Источниками электромагнитных полей на территории жилой застройки являются радио- и телевизионные станции, локационные установки, промышленные генераторы, линии электропередачи высокого напряжения, различные энергетические и энергоемкие установки. Кроме того, источники электромагнитного излучения – это базовые станции сотовой связи, радары ГИБДД.

Наиболее водоемкие отрасли городской инфраструктуры – энергетика, машиностроение, целлюлозно-бумажная, топливная, химическая и нефтехимическая, пищевая промышленность, черная и цветная металлургия, а также жилищно-коммунальное хозяйство вносят основной вклад в сброс сточных вод и являются источниками загрязнения водных объектов города. Большую роль в

загрязнении водных объектов играют поверхностные стоки с городских территорий. Следует при этом отметить, что значительные объемы забранной воды теряются в процессе промышленного производства вследствие несовершенства технологий и утечек. В коммунальном хозяйстве из-за изношенности водопроводных сетей и несовершенства запорной арматуры теряется в среднем более 20% подаваемой потребителям воды.

Основными источниками загрязнения почв города нефтепродуктами являются автозаправочные станции; тяжелыми металлами – предприятия машиностроения. Большую роль в загрязнении и захламлении почв играют бытовые и промышленные отходы. Объем ежегодно образующихся токсичных отходов на предприятиях страны в 1,6 раза превышает объем используемых и обезвреживаемых отходов. На санкционированные свалки и полигоны твердых бытовых отходов поступает более 1 млн. т промышленных отходов. На основании анализа предварительных данных инвентаризации общая площадь, занятая местами размещения отходов, в целом по Российской Федерации превышает 200 тыс. га. Более 60 тыс. га занято шламонакопителями и хвостохранилищами, более 100 тыс. га – отвалами, терриконами, шлакозолоотвалами. Площадь под полигонами по обезвреживанию и захоронению отходов составляет около 6,5 тыс. га, под санкционированными свалками – около 35 тыс. га.



Модульная единица 3.2. Городская инфраструктура как источник загрязнения



Каковы объемы поступления загрязняющих веществ от городской инфраструктуры?

В России наибольшее количество загрязняющих веществ в атмосферу выбрасывает автотранспорт (33,4%), энергетическая промышленность (15,3%), цветная (11,2%) и черная металлургия (8,3%). Максимальные объемы загрязняющих сточных вод сбрасывают в водоемы жилищно-коммунальные хозяйства (51,1%), целлюлозно-бумажная (7,4%), химическая и нефтехимическая (6,2%), энергетическая (4,5%) промышленность. Среди выбросов веществ в атмосферу промышленностью преобладают жидкие и газообразные вещества (82,4%), в частности: окислы серы (34,0%), углерода (23,2%), азота (9,5%), аммиак, серная кислота, углеводороды, бензин, сажа. В России от стационарных источников в атмосферу ежегодно выбрасывается около 6 млн. т диоксида серы и 2 млн. т диоксида азота.

В сбрасываемых промышленностью сточных водах больше всего водорастворимых солей, включая соли тяжелых металлов, хлоридов, сульфатов. По-

требляя природные ресурсы, город поставляет и загрязняет окружающую среду значительными объемами продуктов своей жизнедеятельности (рис. 3.2.1).

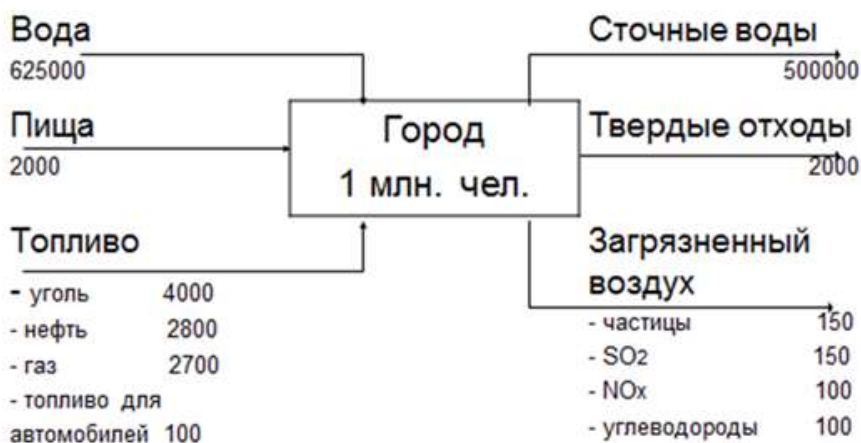


Рисунок 3.2.1. Схема потребления ресурсов, сбросов и выбросов города с населением 1 000 000 человек, т/сут

? Как проявляется миграция и трансформация загрязняющих веществ?

Наибольшее количество загрязняющих веществ локализуется вблизи источников загрязнения. Основными путями загрязнений экосистем являются воздушные выбросы загрязняющих веществ и их сброс в водоемы со сточными водами. С потоками воздуха и воды они распространяются на значительные территории. Загрязнители из одной среды проникают в другую. Из атмосферного воздуха они с осадками выпадают на почву, в водные объекты, загрязняя их. Загрязнители с городских территорий вместе с поверхностными стоками попадают в водоемы и водотоки, проникают через почву в подземные воды.

Из воздуха загрязнители оседают на поверхности растений, затем проходят по пастбищным (растение – фитофаг – хищник и т.д.) и детритным (отмершее растительное вещество – сапрофаг – хищник) трофическим цепям. Загрязняющие вещества оказывают также непосредственное влияние на живые организмы в процессе дыхания, употребления загрязненной воды и пищи, воздействия через кожные покровы и оболочки, действия радиоактивного излучения и т.д.

При совместном воздействии загрязняющих веществ наблюдается *эффект суммации* (сочетанное действие). Загрязнители могут подвергаться *трансформации*, то есть переходить в другие, более токсичные, химические соединения. Например, оксид азота (II) окисляется кислородом атмосферного воздуха до оксида азота (IV). Загрязнители могут взаимодействовать с энергетическими полями и солнечной энергией, превращаясь в более ядовитые и опасные для жизни вещества.



Модульная единица 3.3. Приоритетные загрязнители городской среды и их воздействие на биоту



На каких уровнях воздействуют загрязнения на биоту?

Формы антропогенного влияния на природные сообщества, а в их составе и на биоту весьма разнообразны и прослеживаются на всех уровнях организации биосферы. Можно говорить о воздействии на:

- субклеточном и клеточном уровнях;
- тканевом и органном уровнях;
- организменном уровне;
- популяционном уровне;
- биоценотическом уровне.



Какие изменения могут вызывать загрязняющие вещества в организме?

➤ Некоторые загрязняющие вещества и физические факторы вызывают изменения в организме на клеточном уровне. К ним относятся:

- *канцерогены* – вещества или физические агенты, вызывающие и развивающие злокачественные образования;
- *мутагены* – вещества или факторы, вызывающие мутацию, то есть изменение наследственных свойств организма;
- *тератогены* – вещества или физические факторы, воздействующие на плод и вызывающие у организмов в процессе их развития уродства.
- Некоторые загрязняющие вещества могут быть скрытыми мутагенами, то есть превращаться в мутагены в пищеварительном тракте человека и животных.

Известен также обширный класс веществ, вызывающих аллергические реакции, которые чаще всего проявляются на фоне общего загрязнения городской среды.



Какие загрязнители поступают в окружающую среду от объектов городской инфраструктуры?

Органические загрязнители. Промышленное производство, сосредоточенное в городах, служит значительным источником антропогенных органических загрязнителей. Базовым продуктом основного органического синтеза является *этилен*. На его основе вырабатывается почти половина всех органических веществ. В индустриально развитых странах на долю потерь используемых в промышленности растворителей приходится 20-25% от общей эмиссии

углеводородов, среди которых преобладают летучие галогенуглеводороды. Окисление реакционноспособных органических соединений приводит к образованию озона – сильнейшего фитотоксиканта и мутагена. Его концентрация увеличивается за счет взаимодействия техногенных оксидов азота с фитогенными непредельными углеводородами. В результате действия этилена на некоторые клеточные структуры происходит снижение интенсивности обменных процессов, замедление роста, опадение листьев, переход растений в состояние покоя.

Газообразные неорганические соединения и кислоты. Многие газообразные неорганические вещества в соединении с содержащимися в атмосфере парами воды образуют кислоты, способствующие выпадению кислотных дождей, рН которых ниже 5,5 единиц. Закисление осадков происходит чаще всего вследствие попадания в атмосферу оксидов серы и азота. Источники сернистого газа (диоксида серы) – дымовые газы котлов тепловых электростанций и выхлопы двигателей внутреннего сгорания. При высоких температурах в этих устройствах азот воздуха частично окисляется, образуя смесь моно- и диоксида азота.

У растений диоксид серы нарушает процессы фотосинтеза, дыхания и транспорта органических веществ. Замедляется их рост, повреждаются листья, снижается продуктивность. Токсичная для растений концентрация диоксида серы – 20 мкг/м³ воздуха. Серная кислота образуется при соединении серного ангидрида с атмосферной водой, повреждает в первую очередь зеленые ткани растений. Это приводит к ухудшению физиологического состояния древесных растений, их усыханию. Во второй половине XX в. было отмечено явление постепенного усыхания лесов, главным образом под влиянием кислотных дождей, в Северной Европе от них сильно пострадали примерно 50% деревьев, прежде всего хвойных пород. Вокруг промышленных центров наблюдаются повреждение и усыхание вершин, а затем и целых деревьев. Легкие хронические повреждения деревьев происходят при среднегодовой концентрации сернистого газа в воздухе 10-30, средние – 20-40, сильные – более 70 мкг/м³. При весеннем таянии снега серная кислота вызывает кислотный шок у корней растений. Корни частично усыхают, начало вегетации растений запаздывает на несколько недель, деревья поражаются болезнями и вредителями. Под действием кислотных дождей и снегов за 1955-1985 гг. сильно понизился водородный показатель тысяч озер Европы и Северной Америки, что привело к резкому обеднению фауны, гибели водных организмов. При понижении рН почвенных растворов увеличивается подвижность токсичных металлов.

Диоксид азота в 1,5-5,0 раз менее токсичен, чем диоксид серы. Древесные растения поглощают из воздуха и нейтрализуют в органах ассимиляции значи-

тельное количество окислов азота и аммиака. У неустойчивых растений под влиянием окислов азота уменьшается содержание белков и пигментов, нарушаются процессы роста и развития, анатомо-морфологическая структура листьев, фотосинтетический аппарат, происходит периферическое повреждение листьев, скручивание их вовнутрь, некроз и отмирание листовых пластинок.

Тяжелые металлы. К тяжелым металлам относятся металлы, плотность которых выше 5 г/см^3 . По содержанию в животных и растениях они входят преимущественно в группу микроэлементов (10^{-3} - $10^{-5}\%$). В повышенных концентрациях они обладают высокой токсичностью, выступают в качестве мутагенных и канцерогенных факторов, входя в состав основных экотоксикантов.

За счет антропогенных загрязнений в окружающей среде концентрация кадмия превышает содержание в естественных условиях почти в 9 раз, меди – в 3, никеля – в 2, свинца – более чем в 18, цинка – в 7 раз. Только от металлургических предприятий ежегодно поступает не менее 154,6 тыс. т меди, цинка – 121,5, свинца – 89,0, никеля – 12,0, кобальта – 0,8, молибдена – 1,5, ртути – 0,03 тыс. т. Вследствие сжигания угля и нефти ежегодно выпадает ртути 1,6 тыс. т, свинца – 36,0, меди – 2,1, цинка – 0,7, никеля – 3,7 тыс. т. В живых организмах тяжелые металлы в избыточном количестве вызывают нарушения биохимических процессов обмена веществ, подавляя или активируя деятельность многих ферментов. Тяжелые металлы представляют наибольшую угрозу для первых стадий развития растений (проростков, всходов). Под их действием ухудшается рост корней побегов, происходит некроз листьев. В зоне выбросов предприятий цветной металлургии почва становится токсичной для растений уже через 4 года. Среди тяжелых металлов Be, Al, Cr, As, Se, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, Hg, Te, Pb токсичны во всех своих водно-, щелоче-, кислоторастворимых соединениях. Концентрация тяжелых металлов в растениях в значительной мере зависит от их содержания в почве, а в теле животных – от их количества в пище. Имеют значение также видовые особенности растений и животных. Группу неорганических экотоксинов возглавляют *кадмий, свинец и ртуть*.

Радионуклиды. Высокой токсичностью для живых организмов обладают радионуклиды, особенно долгоживущие в связи с их радиоактивными свойствами, обусловленными ионизирующим излучением. Для радионуклидов характерны три вида радиоактивного излучения: α , β и γ .

α -излучение – это поток положительно заряженных атомов гелия. Они движутся сравнительно медленно, не проникают внутрь организма, будучи остановленными, они вызывают сильную локальную ионизацию.

β -излучение – это поток быстро движущихся электронов. Свою энергию они отдают на протяжении более длительного следа.

γ-излучение представляет собой электромагнитное излучение, обладающее очень большой проникающей способностью. Его лучи не имеют электрического заряда, легко проникают в вещество, вызывая разрушение ДНК, генные мутации, хромосомные перестройки. По радиозэкологической значимости наибольший вклад в радиационную нагрузку вносят следующие элементы: ^3H , ^{14}C , ^{137}Cs , ^{238}U , ^{235}U , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{210}P , ^{239}Pu , ^{90}Sr .

Среди растений наиболее высокой радиационной устойчивостью обладают *водоросли, лишайники, мхи*. Среди семенных растений наиболее радиочувствительны *хвойные породы*. Травы примерно в 10 раз устойчивее деревьев. Сравнительно высокие показатели радиоустойчивости характерны для *почвенных простейших, бактерий*.

Полиароматические углеводороды и диоксины. Среди органических веществ наиболее опасными из множества токсичных соединений, образующихся при сжигании ископаемых топлив, мусора, медицинских отходов, производства химической, нефтехимической, металлургической и целлюлозно-бумажной промышленности являются **полиароматические углеводороды (ПАУ)** и особенно **диоксины**. Среди них наибольшей канцерогенной токсичностью обладают **бенз(а)пирен, холантрен, перилен, дибенз(а)пирен**. Вместе с другими продуктами сгорания ПАУ поступают в воздух. При охлаждении горячих газов ПАУ конденсируются вблизи источников выбросов, но их большая часть уносится на дальние расстояния в виде аэрозолей. Хорошим адсорбентом для ПАУ служат сажевые частицы. Присутствуют ПАУ и в питьевой воде (допустимый предел содержания ПАУ в воде – 200 нг/л). **Высокой токсичностью обладают около 30 хлорзамещенных диоксинов**. Для образования диоксинов необходимы повышенная температура, наличие органических, особенно ароматических веществ и хлора. Половина суммарного выброса диоксинов приходится на мусоросжигательные заводы и сжигатели медицинских отходов. Заметную добавку к выбросам диоксинов в атмосферу приносят лесные пожары и работающие на угле теплоэлектростанции. В России основным источником диоксинов являются предприятия химической промышленности и целлюлозно-бумажные комбинаты, на которых применяют хлорную отбелку целлюлозы. Диоксины обладают политоксичностью. Для них не существует норм ПДК. Период полувыведения диоксинов составляет от 1 года до 10 лет. Длительное воздействие диоксинов в ничтожных концентрациях приводит к росту числа онкологических заболеваний, гибели плода в матке, рождению детей с физическими и психическими уродствами, к снижению и потере иммунитета, утрате фертильной мужской спермы. Значительный вклад в загрязнение окружающей среды углеводородами вносит нефте- и газодобывающая промышленность. Нефтепродукты оказывают наибольшее отрицательное влияние на почву, загрязняя ее

основными органическими компонентами нефти: **органическим углеродом, азотом, битумозными веществами, полициклическими ароматическими углеводородами**, в частности **3,4-бенз(а)пиреном, 1,2-бенз(а)периленом**, обладающим канцерогенными и мутагенными свойствами.

Химические средства защиты растений используются для борьбы с насекомыми (**инсектициды**), клещами (**акарициды**), моллюсками (**моллюскоциды**), нематодами (**нематоциды**), грызунами (**родентициды**), возбудителями грибных болезней растений (**фунгициды**), сорняками (**гербициды**). По химическому составу они образуют три основные группы: **неорганические соединения** (фтора, бария, серы и др.), **органические соединения** (хлорорганические, фосфорорганические, производные органических кислот, синтетические пиретроиды, нитрофенолы и др.), биологические препараты **растительного, бактериального и грибного происхождения**.

Из всех применяемых в настоящее время пестицидов наиболее опасными считаются **хлорорганические соединения**. Они отличаются наибольшей стойкостью и высокой токсичностью, особенно для водной фауны. По мере возрастания содержания в организме остаточных количеств пестицидов позвоночные располагаются в следующем порядке: **растительоядные – всеядные – хищные виды**.



Как воздействуют загрязнения на лишайники?

Основные причины низкой устойчивости лишайников к атмосферному загрязнению следующие: высокая чувствительность водорослевого компонента лишайников, пигменты которого под действием загрязнителей быстро разрушаются; отсутствие защитных покровов и связанное с этим беспрепятственное поглощение газов слоевищами лишайников; повышенная требовательность к кислотности субстрата, изменение которой сверх определенного предела приводит к гибели лишайников; небольшие размеры их тела и значительная продолжительность жизни. Аккумулируя загрязняющие вещества из атмосферы, лишайники гибнут при хроническом воздействии даже их низких концентраций. Лишайники нормально растут и обильны на стволах деревьев при концентрации окислов серы 3-7 мкг/м³. При концентрации сернистого ангидрида (SO₂) 30 мкг/м³ исчезают некоторые роды эпифитных лишайников (уснеа, лобария, рамалина, кладония, гипогимния). Высокая летальность лишайников при фумигации SO₂ обусловлена их слабыми защитными возможностями. Летальная доза SO₂ для многих лишайников составляет в среднем около 52 мкг/м³.

Лишайники аккумулируют также значительное количество тяжелых металлов. Их высокие дозы изменяют мембранную проницаемость для катионов калия, влияют на скорость фотосинтеза, свойства хлорофилла лишайников. Со-

держание многих тяжелых металлов в лишайниках сравнительно адекватно отражает их распределение приземном слое атмосферы, (кроме марганца).



Как воздействуют загрязнения на грибы?

Грибы представляют гетерогенную по происхождению, эволюционному уровню, морфологии и питанию группу организмов с широким диапазоном реакций на действие экологических факторов. У первично водных сапролегниевых грибов (оомицеты) с подвижными, лишенными клеточной стенки, зооспорами нарушения жизненного цикла происходят даже при небольших изменениях содержания калия и кальция в окружающей среде. С другой стороны, наличие толстостенных многоклеточных спор повышает устойчивость многих дейтеромицетов к высоким концентрациям тяжелых металлов, термическому, радиационному воздействию.

При загрязнении почв тяжелыми металлами у многих *микробицетов* происходит усиление споруляции. Так, при содержании кадмия 100 мг/кг почвы количество грибных спор возрастает в 2-5 раз. Напротив, содержание мицелия почвенных микробицетов при высоком загрязнении тяжелыми металлами может снижаться в 2-3 раза. При промышленном и транспортном загрязнении тяжелыми металлами комплекс почвенных микробицетов обедняется, снижается разнообразие видов, упрощается структура, индекс разнообразия Шеннона уменьшается в 1,5-2 раза. Чем беднее почвы, тем более сильное влияние оказывают тяжелые металлы на микробицеты. При небольших дозах загрязнения разнообразие видов может несколько увеличиваться.

При высоком загрязнении соединениями ртути и кадмия в дерново-подзолистых почвах начинают преобладать виды *Aspergillus niger* и *Aspergillus terreus*, не типичные для этих почв.

Наибольшая чувствительность к тяжелым металлам проявляется у видов, имеющих узкий ареал распространения. В оподзоленных почвах один из самых чувствительных видов *Mortierella ramannia*, в черноземах – *Acremonium ramosum*. У чувствительных видов тяжелые металлы тормозят развитие спорангиев, снижают скорость спорообразования, прорастания спор, рост мицелия.

Наиболее устойчивы к загрязнению виды с широкими ареалами. В черноземных почвах с высоким содержанием тяжелых металлов обильно представлены грибы рода *Penicillium*. Высокие концентрации кадмия выдерживает *Raecilomyces lilacinum*. Устойчивые к высоким загрязнениям тяжелыми металлами виды рода *Penicillium* обладают фитотоксичным действием на прорастание семян.

Высшие шляпочные грибы – *макромицеты* из группы гименомицетов класса базидиальных – как микоризообразователи, вступая в симбиотические отношения с корнями древесных растений, усиливают поступление химических элементов, в частности тяжелых металлов, в деревья. К высокомикотрофным древесным породам относятся: дуб, береза, осина, бук, граб, лещина, ель, сосна. Показателем загрязнения почв тяжелыми металлами служит их содержание в плодовых телах шляпочных грибов. Коэффициент корреляции между содержанием свинца и кадмия в почве и капрофорах подберезовиков, подосиновиков и груздей составляет около 0,7. При росте концентрации в почве меди, цинка и марганца степень их накопления в капрофорах уменьшается.

В водных экосистемах грибы являются составляющими практически всех биотопов, они входят в состав нейстонного, планктонного, бентосного и перифитного населения. Низшие *первично водные грибы* из классов оомицетов и хитридиомицетов имеют, как правило, короткий жизненный цикл развития и подвижные жгутиковые зооспоры. Изменения видового состава, встречаемости и обилия отдельных видов оомицетов могут характеризовать уровень сапробности (содержания растворенных органических веществ) среды, загрязнения бытовыми сточными водами, отходами целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности. К типичным обитателям сточных вод относятся лептомитовые грибы, из которых наиболее известен род *Leptomitus*, представитель этого рода лептомитус молочный (*L. Lacteus*) – индикатор сильнозагрязненных полисапробных вод. Однако не все органические загрязнители усваиваются ими. В частности, углеводороды нефти подавляют развитие оомицетов. Высокие значения рН воды, а также высокое содержание азотных и фосфорных соединений способствуют лизису зооспор видов рода пителиум *Pythium*. На некоторые другие виды оомицетов угнетающее действие оказывают, напротив, низкие значения рН.

Среди *вторично водных грибов* наиболее изученной группой являются водные несовершенные грибы порядка гифомицетов. Видовой состав комплекса гифомицетов в значительной степени зависит от химических особенностей, температуры воды, количества растворенного кислорода. Водные гифомицеты практически не реагируют на загрязнение пестицидами, включая ДДТ, но испытывают угнетающее действие при контакте с нефтепродуктами, бытовыми и промышленными стоками сахарных, спиртовых и других предприятий с высоким содержанием органических веществ. В воде, как и в почве, загрязненной нитратами и фосфорными соединениями, значительно возрастает жизнеспособность конидий отдельных видов гифомицетов рода *Fusarium*, обладающих фитопатогенными свойствами.



Как воздействуют загрязнения на семенные растения на субклеточном и клеточном уровне?

При сильных воздействиях природных или антропогенных факторов, получивших название *стрессоров*, у живых организмов, включая семенные растения, возникают нарушения физиологических процессов и состояния напряжений (*стрессы*). Стрессовые реакции организмов выражаются прежде всего в происходящих в клетках биофизических изменениях, направленных на преодоление действий этих факторов.

Химические вещества протоплазмы клетки. Под влиянием стрессора происходят изменения в обмене органических веществ клетки (аминокислот, белков, ферментов, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот, гормонов, витаминов и др.). Отмечается уменьшение содержания растворимых белков в результате их расщепления до аминокислот под влиянием какого-либо стрессора, в высших растениях при этом наблюдается накопление аминокислоты *пролин* еще до появления видимых симптомов повреждений. Среди стрессоров подобное действие оказывает диоксид серы (SO_2). У многих ферментов при низких концентрациях стрессора наблюдается стимуляция активности, а при повышенных концентрациях – ее подавление. С ростом загрязнения газодымовыми выбросами происходят значительные изменения состава углеводов, жирных кислот, в частности увеличивается концентрация моносахаридов, линолевой и линоленовой кислот.

Среди фитогормонов *абсцизовая кислота*, *этилен* усиленно выбрасываются при водном дефиците, солевом и осмотическом стрессах, подавляя рост корня и ускоряя процессы старения растений, созревания плодов, опадения листьев и плодов. Этилен может быть использован также в качестве индикатора начальных стадий поражения растений патогенами. Участвуя в системе защиты растений, он индуцирует синтез большого числа ферментов, разрушающих клеточную стенку грибов, бактерий и т.д., а также ферментов, ускоряющих синтез фитоалексинов – соединений, ядовитых для патогена.

Субклеточные системы. На субклеточном уровне стрессоры вызывают изменения в строении и функционировании органелл клетки. Важнейшую роль при этом играют биомембраны. К одномембранным органеллам клетки эукариотов относятся эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы, вакуоли; к двумембранным – ядро, митохондрии и пластиды; к немембранным – рибосомы, хромосомы, микротрубочки. Особое положение занимает наружная цитоплазматическая мембрана клетки (плазмолемма). Плазмолемма обладает полупроницаемостью, обуславливая избирательное пропускание в клетку и из нее различных молекул и ионов. Важным показателем целостности наружной

цитоплазматической мембраны служит соотношение в клетке количества катионов калия и натрия. В клетках эукариотов катионов калия в 50-60 раз больше, а ионов натрия в 9 раз меньше, чем в окружающей межклеточной жидкости. Чтобы повлиять на физиолого-биохимические реакции клетки стрессор в активной форме должен проникнуть через ее плазмолемму. Первым пунктом воздействия содержащихся в воздухе загрязняющих неорганических и органических соединений на растения являются устьица их листьев. Вместе с воздухом эти вещества диффундируют через межклеточные пространства и, растворяясь в воде клеточной стенки, разрушают наружную клеточную мембрану, повышая ее проницаемость. Наиболее простой метод выявления целостности плазмолеммы заключается в определении содержания калия и натрия в клетках и в межклеточной жидкости или по скорости выхода калия через мембрану в межклеточное пространство. Проникая через мембраны, газообразные неорганические соединения оказывают влияние на pH клеточных растворов. Окислы неметаллов SO_2 , NO_2 и др. при взаимодействии с водой увеличивают, а аммиак, напротив, уменьшает их кислотность. Как известно, от pH клеточных растворов зависит активность ферментов, поэтому изменение кислотности приводит к нарушению обмена веществ.

Изменения клеток. При газообразном загрязнении SO_2 происходит уменьшение размеров клеток, эпидермиса листьев, толщины годичных колец и их выпадение; увеличение клеток смоляных ходов у сосны, числа устьиц, толщины кутикулы; густоты опушения; отслаивание протоплазмы от клеточной стенки (плазмолиз). В областях, незагрязненных выхлопными газами, хвоя дает выпуклый, а в условиях загрязненного воздуха – вогнутый плазмолиз.

? *Какие изменения происходят у семенных растений на тканевом и органном уровне?*

Макроскопические реакции семенных растений на различные стрессоры проявляются прежде всего в изменении окраски листьев, к которым относятся хлорозы, пожелтения, побурение, побронзовение, посеребрение листьев и т.д. Хлороз выражается в побледнении окраски листьев между жилками при слабом воздействии газообразных веществ. Пожелтение краев или определенных участков листьев происходит у лиственных деревьев под влиянием хлоридов. Покраснение листьев у смородины отмечено под влиянием SO_2 . Побурение, побронзовение, посеребрение листьев, видимость листьев, пропитанных водой, представляют собой первые стадии тяжелых некротических повреждений у лиственных и хвойных деревьев. У табака посеребрение поверхности листьев происходит под действием озона.

Некрозы – это отмирание ограниченных участков ткани листьев. Некрозы бывают точечные и пятнистые (отмирание тканей листовой пластинки в виде точек или пятен), межжилковые (отмирание листовой пластинки между жилками первого порядка), краевые (отмирание ткани по краям листа), «рыбьего скелета» (сочетание межжилковых и краевых некрозов), верхушечные (темно-бурые, резко ограниченные некрозы кончиков хвои у ели, пихты, сосны, или белые обесцвеченные некрозы верхушек листьев у декоративных культур) (рис. 3.3.1). При развитии некрозов после гибели клеток пораженные участки оседают, высыхают и за счет выделения дубильных веществ часто окрашиваются в бурый цвет у деревьев или спустя несколько дней выцветают до беловатой окраски у однодольных. Количественную оценку некрозов дают путем определения поврежденной доли листовой поверхности. Широкое развитие некрозов у растений приводит к опадению листвы, усыханию вершин деревьев и их гибели. Примерами опадения листвы (дефолиации) служат сокращение продолжительности жизни и осыпание хвои ели, сосны, отмирание листьев у смородины, крыжовника под действием SO_2 , опадение листьев у липы под влиянием соли, применяемой для таяния снега. Дефолиация приводит к сокращению площади ассимилирующей поверхности и прироста, преждевременному образованию новых побегов за счет трогающихся в рост спящих почек.

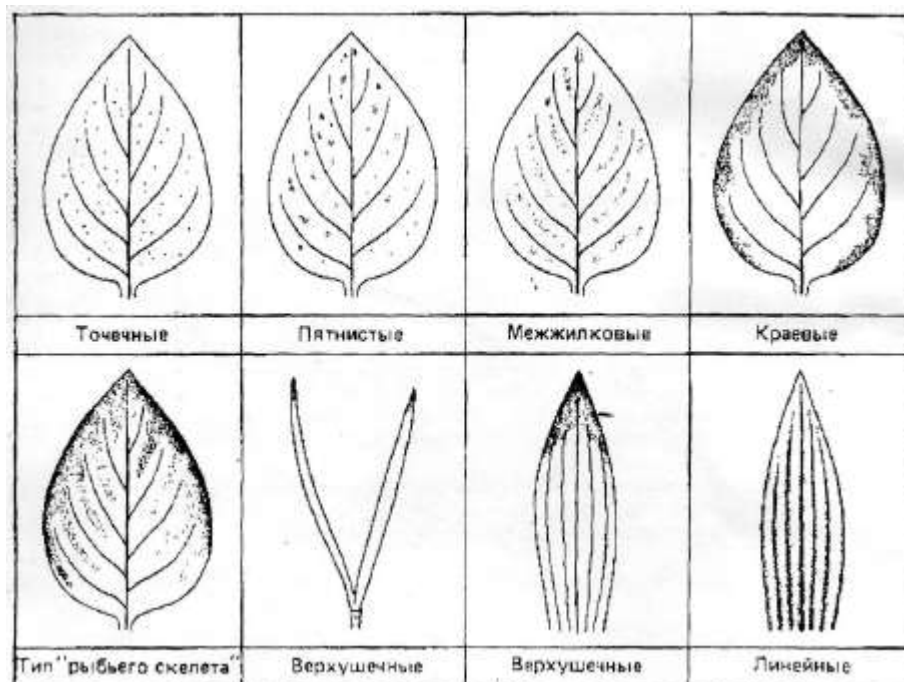


Рисунок 3.3.1. Формы некрозов на листьях цветковых растений и на хвое (Шуберт, 1988)

Например, в окрестностях предприятий, производящих удобрения, хвоя сосны удлиняется под действием нитратов и укорачивается под влиянием сер-

нистого газа. При изменении уровня залегания грунтовых вод меняются направление роста и особенности ветвления корней у одуванчика (рис. 3.3.2). В условиях устойчивого сильного загрязнения атмосферы у липы получает распространение кустовидная форма растений.

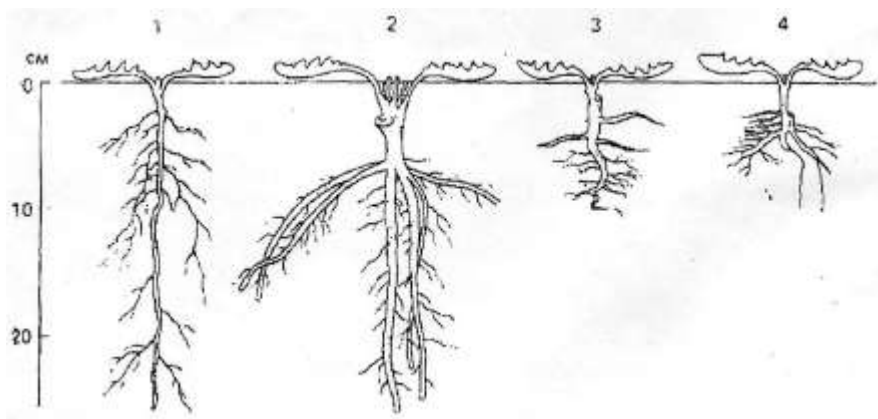


Рисунок 3.3.2. Изменение направления роста корней у одуванчика в зависимости от уровня грунтовых вод: 1 – сухой луг; 2 – свежий; 3 – сырой луг; 4 – заболоченная территория (Шуберт, 1988)

У хвойных различают легкие, средние, сильные и очень сильные хронические повреждения хвои при воздушном загрязнении (табл. 3.3.1). Некрозы чаще появляются весной после образования хвои.

Ель и сосна нормально развиваются при среднегодовом содержании SO_2 в воздухе около $7-9 \text{ мкг/м}^3$. В чистом воздухе хвоя, особенно на молодых елях, держится 14-16 лет. Возраст хвои ели 6-10 лет свидетельствует об ухудшении качества воздуха в последние 3-5 лет до уровня предельно допустимых концентраций SO_2 (50 мкг/м^3). При возрасте еловой хвои 2-3 года качество воздуха в 10-15 раз хуже санитарных норм и среднее содержание SO_2 в нем составляет $500-750 \text{ мкг/м}^3$. Подобные деревья обречены на гибель.

У сосны хвоя живет до 5-6 лет. При средних концентрациях SO_2 в воздухе около 50 мкг/м^3 продолжительность ее жизни сокращается до 2-3 лет. По состоянию и продолжительности жизни хвои можно оценивать степень загрязненности воздуха. Лиственница более устойчива к загрязнениям в связи с ежегодным сбрасыванием листвы. Она нормально растет при концентрации SO_2 $10-50 \text{ мкг/м}^3$.

Среди древесных пород, культурных и декоративных семенных растений сосна обыкновенная, ель, пихта наиболее чувствительны к повышенному содержанию в воздухе сернистого газа и хлора; гречиха, люцерна, горох – сернистого газа; яблоня, слива, вишня, лук, петрушка, тюльпан гладиолус, ландыш – фтористого водорода; липа, береза, сельдерей, махорка – аммиака; смородина красная, фасоль, томат, петуния – хлора. Они могут быть использованы в каче-

стве индикаторов указанных загрязнителей воздуха. Смородина красная, шпинат и табак являются хорошими индикаторами загрязнения воздуха озоном, вызывающим посеребрение верхней стороны листьев.

Таблица 3.3.1

Влияние загрязнений воздуха сернистым газом на состояние
хвои ели и сосны

Хронические повреждения хвои	Физиологические и морфологические изменения хвои	Среднегодовое содержание SO ₂ в воздухе, мкг/м ³
Легкие	Повышение содержания в клетках SO ₂ , снижение интенсивности фотосинтеза, повышение интенсивности транспирации, укорочение длины хвоинки, продолжительности ее жизни	10-30
Средние	Изменение цвета хвои, увеличение грибных болезней	20-40
Сильные	Некроз хвои	70-100
Очень сильные	Потеря хвои, ажурность кроны, суховершинность	>100-120

Диоксид серы способствует развитию межжилковых некрозов и хлорозов (люцерна, гречиха, горох, клевер), фтористый водород – некрозов верхушек и краев листьев (гладиолус, тюльпан, петрушка), пероксиацетилнитрат – полосчатых некрозов на нижней стороне листьев (крапива, мятлик), двуокись азота – межжилковых некрозов (шпинат, махорка, сельдерей), хлор – побледнению листьев, деформации хлоропластов (шпинат, фасоль, салат). Под действием соли, применяемой в городах для таяния льда и снега, на листьях липы и других лиственных деревьев сначала появляются ярко-желтые, неравномерно расположенные краевые зоны, затем край листа отмирает, а желтая зона продвигается к середине и к основанию листа.

При загрязнении радионуклидами содержание марганца в золе мать-и-мачехи, крапивы двудомной, хвоща лесного, щитовника мужского, мхов уменьшается на промплощадке до 0,03-0,05%, в лесу до 0,12-0,19%, при норме – 0,25-0,60%. Марганец играет важную роль в процессах фотосинтеза и в азотном обмене. Поглощение растениями радионуклидов ведет к перестройке механизма и азотного обмена, роль марганца начинают выполнять радионуклиды. При этом дополнительным индикаторным признаком загрязнения радионукли-

дами является возрастание в 2 раза частоты хромосомных aberrаций в мужских половых клетках в пыльниках растений. Люпин, эспарцет, люцерна, клевер испытывают радиостимуляцию при малых и более высоких дозах. Среди растений наиболее радиочувствительны хвойные породы. Лиственные породы в 5-6 раз устойчивее хвойных, а травы в 10 раз устойчивее древесных растений. Мхи и лишайники исключительно устойчивы к радионуклидному облучению.

? *Какие изменения популяций и растительных сообществ происходят при загрязнении?*

На популяционном уровне влияние загрязняющих веществ проявляется в изменении продуктивности, численности и возрастного состава популяций, обеднении их экотипов, переходе в ряде случаев к вегетативному размножению, ухудшении возобновления, а на биоценотическом – в снижении продуктивности, видового разнообразия, устойчивости фитоценозов.

Наиболее чутко на загрязнения реагирует продуктивность. Она может многократно возрасти в результате ослабления конкурирующих видов. В нарушенных растительных сообществах доля популяций с большой численностью обычно выше, чем в ненарушенных, а популяции с малой численностью находятся под большой угрозой вытеснения и исчезновения. В результате антропогенных нарушений одни популяции могут омолаживаться, а другие – стареть в результате изменения естественного возобновления и продолжительности жизни.

? *Каково влияние рекреации на растительный покров?*

Антропогенное влияние на растительный покров рекреационных зон оказывает многообразное по своим результатам воздействие. Одним из признаков негативного влияния на природные биогеоценозы в случае рекреационного использования является вытаптывание отдыхающими как растительного, так и почвенного покрова, состояние которого используется для определения степени рекреационной дигрессии.

В случае рекреационной дигрессии леса исследователи чаще всего различают пять стадий, обычно руководствуясь при этом состоянием растительности. Так, выделяют 5 стадий рекреационной дигрессии:

➤ травяной покров не нарушен и соответствует типу леса, подстилка не нарушена. Подлесок и подрост соответствуют условиям местопроизрастания и не повреждены;

➤ травянистый покров мало нарушен. Выражена ярусность травянистого покрова. Подлесок и подрост удовлетворительный или хороший. В древостое преобладают деревья хорошего и удовлетворительного состояния (75-90%);

➤ травянистый покров нарушен, количество лесных и луговых трав уменьшено. Появляются сорные и луговые травы, не характерные для условий произрастания. Сохранившийся подрост мало дифференцирован. Почти нет всходов коренных лесообразующих пород;

➤ травяной покров деградирующий. Резко увеличивается фитомасса и численность сорных и луговых растений. Подстилка в стадии разрушения. Своеобразная структура сообщества в виде чередования куртин подлеска из маложизненного подроста, ограниченного полянами и тропами;

➤ травянистый покров, характерный для данных условий местопроизрастания, деградирован. Покрытие и фитомасса сорных и луговых растений намного больше, чем лесных, которые сохраняются только у основания стволов. Подстилка в стадии полного разрушения. Подрост и подлесок почти полностью отсутствуют. Сильно увеличена освещенность под пологом. Деревья имеют механические повреждения, усыхают. У значительной части деревьев корни обнажены и выступают на поверхность.

Кроме вытаптывания, основными рекреационными воздействиями на растительный покров являются уплотнение почвы и ее загрязнение, поломка растений, удаление фитомассы целых растений или их частей.



Как изменяется разнообразие животных на территории города?

Биологическое разнообразие животного мира городов увеличивается от центра к периферии, где основная часть животных концентрируется на территориях с сохранившимися природными местообитаниями, насыщенными зелеными насаждениями. Здесь довольно обычны не только мелкие животные типа различных видов беспозвоночных (насекомых, пауков, дождевых червей и т.п.), но встречаются и крупные представители позвоночных животных (лоси, кабаны и др.).

В центральной части города видовое разнообразие животных минимальное. Наиболее обычны здесь виды, обладающие высокой экологической пластичностью: домовые мыши, крысы, воробьи, вороны, галки, голуби. Наиболее разнообразны здесь беспозвоночные животные, многие из которых приспособились к постоянному обитанию в жилище человека. Экологическое своеобразие отдельных городских местообитаний животных зависит прежде всего от антропогенных форм их использования. Соответствующие структурные единицы можно сравнивать между собой, поскольку эти формы использования в различных городах схожи.

Почвы, климат, антропогенные ноксы (ноксами принято называть вредные для живого агенты, как правило, загрязнители сред, биоциды и т.п.), расти-

тельность, другие пищевые ресурсы и наличие специфических структурных элементов в отдельных городских местообитаниях имеют более или менее сильные различия, что во многих случаях ведет к образованию характерных зооценозов. Мозаичное распределение местообитаний животных накладывается на более или менее выраженное зонирование городской среды от центра к окраине. Поэтому в зависимости от их расположения в одинаковых типах местообитаний прослеживаются эколого-фаунистические различия, выявление которых является главной предпосылкой для описания городских градиентов.

? *Как проявляются урбанистические факторы смертности животных?*

Некоторые факторы смертности животных в условиях города проявляются особенно сильно (табл. 3.3.2). Ущерб, наносят зоопопуляциям изменение местообитаний, применение пестицидов, интродукция гемерохорных растений («эффект ловушки», токсичность пыльцы и нектара), образование островных местообитаний, антропогенное влияние на конкуренцию и хищничество.

Таблица 3.3.2

Техногенно обусловленные факторы смертности животных в городских условиях

Фактор	Вид воздействия	Примеры
Скашивание, выжигание травы	Прямое уничтожение фауны травного яруса и поверхности почвы, разрушение местообитания, сокращение пищевых ресурсов	Сокращение численности ломкой ветреницы
Строительные и транспортные работы	Строительные котлованы и ямы как ловушки, перемещение грунта и выравнивание почвы, заполнение прудов	После заполнения пруда весной на поверхности воды найдено 400000 мертвых жуков
Структура построек и материала	Покрытия из полимерных пленок, чердаки как ловушки; столкновение со стеклянными фасадами, проволокой, оградами; высыхание при пересечении участков с искусственным покрытием	Златоглазки, дневные бабаочки, летучие мыши, сипухи и др. птицы, улитки, дождевые черви, мокрицы
Свойства материалов	Прилипание к смоле и свежей краске, масляной пленке и жидкостям, приманивающее действие известковой пыли	Пчелы, двукрылые, жуки

Засасывающие и нагнетающие воздух устройства	Воздушные фильтры	Один воздушный фильтр засасывает и убивает за год пять миллионов насекомых, мелкая сетка уменьшает это количество до 20000
Привлечение в неподходящие условия	Источники света, оптические обманы (жестяные крышки привлекают водных насекомых), выброшенные бутылки и пластиковые коробки как ловушки	Дефектная мощная лампа за ночь может уничтожить 100000 насекомых

Соответствующие факторы в основном являются феноменами XX в., и животные не успели выработать к ним никаких специальных адаптаций. Для большинства позвоночных животных максимальная смертность на дорогах приходится на летние месяцы. Наиболее часто гибнут европейский еж, домовый и полевой воробьи, дрозды. Летний максимум гирбели обусловлен прежде всего активностью самцов в период спаривания, осенний – повышенной активностью, связанной с накоплением на зиму жировых запасов, увеличением плотности популяции и поиском мест зимовки.

? *Какова реакция экосистем на промышленно-транспортные загрязнения?*

Процесс трансформации экосистемы в целом под действием промышленно-транспортных загрязнителей схематично можно представить как последовательность определенных стадий.

1. Выпадения чувствительных видов (лишайников) при сохранении основных параметров экосистемы (фоновая нагрузка превышена в 1,5-2,0 раза).

2. Структурных перестроек экосистемы (превышение фоновой нагрузки в 2,7-4,0 раза). Регистрируется ухудшение санитарного состояния деревьев, но плотность древостоя и его запас не изменяются. Происходят изменения в травяно-кустарничковом ярусе (выпадают чувствительные виды лесного разнотравья). Замедлены процессы, осуществляемые почвенными микроорганизмами. Незначительно увеличивается толщина подстилки. Существенно уменьшается разнообразие и обилие эпифитных лишайников. Параметры населения и мелких млекопитающих остаются на уровне фона.

3. Стадия частичного разрушения экосистемы (превышение фона в 6,0-7,0 раз). Древесный ярус угнетен и изрежен, значительно уменьшены его запас и полнота, нарушено возобновление. В травяном ярусе почти отсутствуют лесные

виды, которые заменены луговыми и видами-эксплерентами. Повышена кислотность верхних почвенных горизонтов, из них выносятся обменный кальций и магний. Биологическая активность почвы резко снижена. Крупные почвенные сапрофаги отсутствуют. Уменьшена скорость деструкции листового опада, который накапливается в виде толстого слоя подстилки. Лишайниковый покров сохраняется только у самого основания стволов, представлен одним-тремя устойчивыми видами. Происходит элиминация крупных лесных видов птиц, меньше общая плотность орнитонаселения. Наблюдается вселение синантропных видов и видов, приуроченных к открытым местообитаниям (характерно для населения птиц, мелких млекопитающих и муравьев).

4. Стадия полного разрушения (коллапса) экосистемы (превышение фоновой нагрузки в 10 раз и более). Древесный ярус полностью разрушен, сохраняются лишь отдельные, сильно угнетенные экземпляры деревьев. Травяной ярус представлен одним-двумя видами злаков, в увлажненных местах встречается хвощ, в понижениях – одновидовой моховой покров и захоронения неразложившегося опада. Лишайниковый покров отсутствует. Полностью смыты подстилка и верхние горизонты почвы. Биологическая активность почвы снижена до нуля. Почвенные животные отсутствуют. Группировка птиц и мелких млекопитающих не поддерживают свою структуру и существуют за счет притока мигрантов с соседних участков территории.

Две последние стадии паталогичны и переход к ним означает для экосистемы полную потерю устойчивости как способности возвращаться в исходное состояние.



Вопросы для самоконтроля к модулю 3

1. Какие техногенные факторы действуют на территории городов?
2. Классификация загрязнителей и источников загрязнения городской среды.
3. Чем обусловлена опасность выбросов автотранспорта?
4. Какие изменения могут вызывать загрязняющие вещества в организме?
5. Как воздействуют загрязнения на лишайники?
6. Какие изменения популяций и растительных сообществ происходят при загрязнении?
7. Как воздействуют загрязнения на семенные растения на субклеточном и клеточном уровне?
8. Какие изменения происходят у семенных растений на тканевом и органном уровне?
9. Как проявляются урбанистические факторы смертности животных?
10. Какова реакция экосистем на промышленно-транспортные загрязнения?



Примеры тестовых заданий к модулю 3

- 1. Все большее беспокойство экологов и медиков вызывает увеличение, особенно в городах, концентрации таких веществ и газов, как:**
 - а) озон;
 - б) углекислый и угарный газы;
 - в) диоксин;
 - г) угольная пыль и сажа.
- 2. Количество годовых отходов, приходящееся на каждого жителя крупного города примерно равно:**
 - а) 100 кг;
 - б) 500 кг;
 - в) 1000 кг;
 - г) 5-8 т.
- 3. Городская среда влияет на животных следующим образом:**
 - а) может способствовать увеличению их численности и даже разнообразия;
 - б) всегда ведет только к сокращению численности всех видов, обитающих в городе;
 - в) никак не влияет на изменение численности животных;
 - г) регулярно уменьшает и увеличивает их численность.
- 4. Наибольший по частоте воздействия вклад в облучение городских жителей вносит:**
 - а) уран;
 - б) цезий;
 - в) радон;
 - г) торий.
- 5. Наименее опасны тепловые станции, которые работают с использованием:**
 - а) угля;
 - б) мазута;
 - в) сланца;
 - г) газа.



Учебный модуль 4. Биота урбанизированных территорий

Вы будете изучать:

- основные процессы формирования биоты на урбанизированных территориях;
- особенности биоты урбанизированных территорий.

Цели модуля:

- раскрыть основные закономерности формирования биоты на урбанизированных территориях;
- охарактеризовать особенности городской флоры и фауны.

После изучения модуля вы сможете:

- ориентироваться в основных закономерностях формирования урбоценозов;
- оценивать структуру флоры и фауны урбанизированной территории;
- выделять группы растений и животных, обитающих в городах.



Ключевые слова: биота, синантропные виды, автохтонные виды, интродукция, гемеробия, сокращение ареалов, синурбизация.

Библиографический список



Основная литература

1. Денисов В.В., Курбатова А.С., Денисова И.А., Бондаренко В.Л., Грачев В.А., Гутенев В.В., Нагнибеда Б.А. Экология города: учебное пособие / под ред. проф. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д., 2008. – 832 с.
2. Клауснитцер Б. Экология городской фауны. – М.: Мир, 1990. – 248 с.
3. Жигульский В.А., Шуйский В.Ф., Потапов А.И., Соловей Н.А., Царькова Н.С., Былина Т.С. Основы биологического мониторинга: учебное пособие. – СПб.: Нестор-История, 2012. – 70 с.
4. Ручин А.Б., Мещеряков В.В., Спиридонов С.Н. Урбоэкология для биологов. – М.: КолосС, 2009. – 195 с.
5. Экология города: учебник. – К.: Либра, 2000. – 464 с.



Дополнительная литература

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / [Вайнерт Э., Вальтер Р., Ветцель Т. и др.]; Под ред. Р. Шуберта; Пер. с нем. Г.И. Лойдиной, В.А. Турчаниновой; Под ред. Д.А. Криволуцкого. – М.: Мир, 1988 – 348 с.
2. Бухарина И.Л., Поварницина Т.М., Ведерников К.Г. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 216 с.
3. Вершинин В.Л. Биота урбанизированных территорий. – Екатеринбург: УрГУ, 2007. – 85 с.
4. Вершинин В.Л. Экология города: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2005. – 82 с.
5. Гливич И. Исследование пресса синурбизации животных на примере городских популяций // *Studia Geographica*, 1980, V. 71, № 1. – P. 121-132.
6. Горчаковский П.Л. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. – Екатеринбург: Изд-во УНЦ РАН, 1999. – 192 с.
7. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // *Экология*, 1984, № 5. – С. 3-16.
8. Горчаковский П.Л., Харитонов О.В. Синантропизация растительного покрова Печоро-Илычского биосферного заповедника в высотном градиенте // *Экология*, 2007, № 6. – С. 403-408.
9. Горышина Т.К. Растение в городе. – Л.: ЛГУ, 1991. – 152 с.
10. Дымова Т.В., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Критерии устойчивости и оценка состояния растительности дельты р. Волги под влиянием антропогенного воздействия: монография. – Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2011. – 161 с.
11. Мазинг В.В. Проблемы экологии города / *Город и экология*. – М., 1987, № 1. – С. 145-150.
12. Майр Э. Популяции, виды и эволюция. – М.: Мир, 1974. – 460 с.
13. Морозова Г.Ю., Злобин Ю.А., Мельник Т.И. Растения в урбанизированной природной среде: формирование флоры, ценогенез и структура популяций // *Журнал общей биологии*, 2003, Т. 64, № 2. – С. 66-180.
14. Чичев А.В. Синантропная флора города Пущино // *Экология малого города*. В. 1. – Пущино: Из-во НЦБИ, 1981. – С. 18-31.
15. Экология крупного города (на примере Москвы): учебное пособие / под общ. ред. А.А. Минина. – М.: Пасьева, 2001. – 192 с.



Модульная единица 4.1. Пути формирования биоты на урбанизированных территориях



Как формируются флора и фауна на урбанизированных территориях?

С возникновением современных городов связано появление, генезис и микроэволюция экосистем города, которые включают в себя широкий спектр различных систематических групп организмов, занимающих определенные станции на городской территории.

В городах возникают особые условия, в которых формируются популяции и видовые сообщества, заметно отличающиеся от естественных. На территориях антропогенных ландшафтов, в том числе и городских, биота подвергается глубокой и длительной трансформации.

Видовой состав и структура популяций и сообществ, как правило, не случайны, а являются отражением объективных процессов, протекающих в специфических условиях урбанизированных территорий.

Многообразие путей формирования флоры и фауны на урбанизированных территориях может быть представлено несколькими схемами.

1. «Поглощение» городом местообитаний вида в пределах существующего ареала. В результате этого процесса флора и фауна города пополняются за счет автохтонных (аборигенных) видов, которые адаптируются к условиям урбанизации и существуют в городе со стабильной или увеличивающейся численностью, а часть этих видов, которые не могут адаптироваться к новым условиям, исчезают из прежних местообитаний. Вероятность исчезновения прямо пропорциональна степени нарушения местообитаний и обратно пропорциональна численности популяций вида. Б. Клаусницер (1990) отмечает, что в составе фауны городов доля аборигенных видов в большинстве случаев меньше, чем доля иммигрировавших.

2. «Смена биотопов» и вселение в город прежде неурбанизированных видов. В этом случае флора и фауна города также пополняются за счет местных видов, которые, как правило, не являются узкоспециализированными и имеют высокий потенциал адаптации к условиям жизни в городе. Популяции этих видов в городах становятся в большей степени синантропными, чем исходные популяции. Так, например, сформировались новые синантропные экологические расы вяхиря (*Columba palumbus* L.) и черного дрозда (*Turdus merula* L.) в городах Западной и Центральной Европы (рис. 4.1.1, 4.1.2).



Рисунок 4.1.1
Вяхирь (*Columba palumbus* L.)



Рисунок 4.1.2
Черный дрозд (*Turdus merula* L.)

По этой же схеме в города проникают солелюбивые и водно-болотные виды растений, если в результате использования соли для таяния снега и льда и подтопления формируются городские местообитания с соответствующими условиями. Вероятность пополнения флоры и фауны городов видами по данной схеме выше в тех случаях, когда исходные местообитания вне города связаны системой «коридоров» с их городскими аналогами.

3. Формирование новых экологических ниш, которые занимают видами-переселенцами из других географических областей в соответствии с их экологическими требованиями. Пополнение флоры и фауны городов по этой схеме предполагает наличие у видов механизмов активного и пассивного расселения. Активное расселение характерно для всех подвижных животных, а также тех растений, у которых имеются ползучие или «лазящие» побеги либо специальные (гидропневматические) механизмы разбрасывания семян.



Рисунок 4.1.3. Эхиноцистис шиповатый
(*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray)

Примерами могут быть произрастающий на засоренных местах бешеный огурец (*Ecbalium elaterium* (L.) A. Rich) или распространившийся в последнее время североамериканский вид эхиноцистис шиповатый (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray), произрастающий на переувлажненных засоренных местах в поймах рек в городах и пригородах (рис. 4.1.3).

Во многих случаях подобного распространения видов активному освоению новых территорий предшествует, как правило, случайный занос или целенаправленная интродукция. Пассивное расселение характерно для большинства видов растений и многих животных: земноводные (на стадии яйца или личинок), рыбы, насекомые, паукообразные, паразитические черви, простейшие, причем у ряда видов животных активное расселение часто комбинируется с пассивным. Агентами пассивного переноса организмов или их частей (семена, плоды) являются ветер (в этом случае процесс переноса называется анемохорией), вода (гидрохория), животные (зоохория), человек (антропохория). Повсеместно преобладающая часть новых видов, попадающих в города из других географических регионов, были занесены или завезены человеком, и лишь после вселения виды с пассивным расселением используют характерных для них агентов переноса для закрепления в новых местообитаниях. Наиболее благоприятные условия такие виды находят чаще всего в нарушенных антропогенных ландшафтах, а их расселению способствует развитая дорожная и торговая сеть.

4. Комбинированная схема – результат процессов пассивного расселения и «смены биотопов» прежде неурбанизированных видов.

Процессы формирования урбанизированной флоры и фауны представлены на рисунке 4.1.4.



Рисунок 4.1.4. Пути формирования флоры и фауны городов



Особое место в преднамеренном переселении видов занимает **реинтродукция**, заключающаяся в возврате видов, ранее обитавших в данной местности, но потом исчезнувших по вине человека.



Модульная единица 4.2. Основные особенности урбанизированных биогеоценозов



Какие биотопы выделяют на городской территории?

На территории города можно выделить достаточно крупные биотопические единицы (группы макробиотопов), практически совпадающие с классами антропогенного ландшафта и пригодные для наиболее общей характеристики растительного покрова и животного населения любого города:

- водные и болотные биотопы;
- биотопы застроенных территорий;
- биотопы автомобильных, железнодорожных магистралей, трубопроводов, линий электропередач с их полосами отчуждения; биотопы древесно-кустарниковых насаждений;
- открытые биотопы с преобладанием травяной растительности.

Иногда в городской среде целесообразно выделять биотопы, совокупность которых специфична для каждого населенного пункта. Однако единой классификации урбанобиотопов пока не разработано. Предложено, в частности, выделять пять категорий таких биотопов:

- с полным отсутствием на них антропогенных воздействий;
- с ограниченным воздействием человека, где непригодных для роста растений мест, не более 5%;
- измененные и деградированные биотопы с преобладанием полуестественной растительности;
- с сильными антропогенными изменениями и преобладанием синантропной растительности;
- биотопы, в пределах которых мест полностью непригодных для растений (асфальт, бетонные площадки и т.п.), более 30%.

Можно на урбанизированных территориях выделять биотопы по структурно-функциональным признакам. В этом случае основными категориями биотопов любых населенных пунктов будут:

- техногенные территории в зонах расположения промышленных предприятий;
- селитебные территории, занятые преимущественно многоэтажными жилыми домами;
- коммуникационные системы (улицы, дороги, проезды, проходы, тропы);
- газоны и клумбы;

- парки, леса и луга рекреационного пользования, находящиеся в границах города;
- районы личной застройки, дворы, дачи, огороды;
- кладбища и пустыри;
- зеленые защитные зоны вокруг городов, используемые городским населением для рекреационных целей.



Какова степень гемеробности урбанизированных биогеоценозов?

Биогеоценозы испытывают различные формы антропогенного влияния и могут быть представлены как ряд местообитаний, от слабо нарушенных до преобразованных. *Гемеробия* рассматривается как результирующая всех видов антропогенного влияния на биогеоценоз. Все биогеоценозы, сложившиеся на урбанизированных территориях, отличаются той или иной *степенью гемеробности*, индикатором которой служит растительный покров. Критериями определения степени гемеробности являются: степень утраты видов естественной флоры, доля однолетников и доля неофитов в растительном покрове, степень нарушенности почвенного покрова, содержание ионов водорода (рН) и питательных веществ в почве в результате антропогенного воздействия. Выделяют несколько степеней гемеробности: от агемеробных сообществ с отсутствием антропогенного влияния (и не выдерживающих его) до - мегагемеробных (искусственные ценозы, заасфальтированные или бетонированные площади, очистные сооружения и т.д.).

Аналогичным показателю гемеробности для водных экосистем является показатель *сапробности*, связанный с содержанием органических загрязняющих веществ в воде. Как целые сообщества, так и отдельные виды растений и животных могут быть размещены по шкале в зависимости от их отношения к степени гемеробности или сапробности местообитаний.



Как изменяются ареалы растений и животных под влиянием урбанизации?

К настоящему времени уже накоплены многочисленные данные об изменении ареалов видов растений и животных (Клауснитцер Б., 1990). В общих чертах можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее подвержены негативному воздействию урбанизации ареалы эндемичных видов. Чем меньше площадь ареала вида-эндемика и чем более специфическими являются требования к местообитаниям, тем больше вероятность сокращения видового ареала под воздействием урбанизации, вплоть до исчезновения. Однако урбанизация в большинстве случаев является лишь завершающей в ряду причин сокращения ареалов. Как правило, ей предшествует

интенсивное сельскохозяйственное освоение земель, сопровождающееся коренной перестройкой природных ландшафтов и уничтожением специфических местообитаний видов-эндемиков. Известны и обратные примеры сохранения популяций эндемичных и неэндемичных сокращающихся в численности видов растений, насекомых и птиц на урбанизированных территориях в тех случаях, когда земли с местообитаниями таких видов были выведены из-под интенсивного использования для застройки и сохранялись в малоизмененном виде.

2. Сокращение ареалов или, по крайней мере, снижение численности внутри ареала под действием комплекса связанных с урбанизацией факторов наблюдается и у широко распространенных видов «специалистов» в результате фрагментации, нарушения или уничтожения местообитаний самих видов или их пищевых жертв, а также прямого уничтожения, что в полной мере относится к большинству видов дневных хищных птиц и совообразных, крупным млекопитающим, рыбам. Например, создание водохранилищ, загрязнение водных объектов в урбанизированных регионах, приводящее к исчезновению нерестилищ или ухудшению кормовой базы отдельных видов. Подобные изменения касаются не только репродукционных, но и зимовочных и трофических ареалов.

3. Ареалы широко распространенных видов – «генералистов» и видов-космополитов являются менее подверженными изменениям и даже могут расширяться под воздействием урбанизации. Расширение охватывает как репродукционные, так и сезонные (трофические, зимовочные) части ареалов посредством освоения и «включения» урбанизированных местообитаний во вторичный ареал.

4. Рост городов, приводящий к формированию новых условий обитания (место жизни и пища) в конкретной области Земли, способствует проникновению в города из соседних областей видов со специализированными требованиями к местообитаниям. Например, скальные виды, виды-троглобионты (обитающие в пещерах), условия жизни которых в городах максимально приближены к условиям жизни в первичном ареале. В данном случае урбанизация является фактором формирования и расширения (как правило, в масштабах континента) вторичных ареалов. Большинство из этой группы видов становятся синантропами.

5. Наконец, города играют ведущую роль в интерконтинентальном и трансконтинентальном расширении и формировании пятнистых современных ареалов видов, которые осваивают новые области распространения только благодаря преднамеренной и непреднамеренной деятельности человека (интродуценты и адвентивные виды). Большинство видов данной группы также являются синантропными.



Модульная единица 4.3. Специфика биоты урбанизированных территорий



Какие группы растений и животных обитают в городах?

Город служит местообитанием различных видов животных, растений, грибов, простейших, прокариот, являющихся неотъемлемыми элементами городской среды. Можно выделить несколько групп видов представителей городской биоты.

Первая группа видов существуют только в одомашненном (животные) или окультуренном (растения) состоянии и используются человеком для удовлетворения его жизненных потребностей: в лекарственных препаратах, материалах для строительства и отделки жилищ, средствах передвижения, в общении.

Вторая группа – животные и растения, не одомашненные или окультуренные, а обитающие в неурбанизированной среде иных природно-климатических зон, отличных от данной. В городах могут жить только в жилищах человека или в специальных сооружениях (оранжереи, теплицы, террариумы, аквариумы, вольеры и т.п.), где искусственно создаются и поддерживаются условия существования и размножения организмов этих видов. К этой группе относятся экзотические растения и животные, составляющие основу научных (зоологические парки, ботанические сады, питомники) и частных коллекций – комнатные и оранжерейные растения, аквариумные рыбы, обитатели террариумов, инсектариев, комнатные и декоративные птицы и млекопитающие.

Третья группа видов – это также не одомашненные животные и не окультуренные растения, которые человек сознательно (преднамеренно) расселяет или выращивает в городах, но уже не в жилищах, а в природно-антропогенных или антропогенных местообитаниях. В этой группе выделяют две подгруппы:

- новые для региона виды (интродуценты);
- аборигенные (автохтонные) виды, возникшие или с древних времен обитающие на данной территории.

Интродуцированные виды в новых условиях проходят процесс акклиматизации, после чего они либо натурализируются, т.е. могут существовать, сохраняя жизнеспособность без вмешательства человека, либо для их существования (размножения) необходима постоянная поддержка со стороны человека в виде системы агротехнических (для растений) или биотехнических (для животных) мероприятий.

Четвертая группа видов – это непреднамеренные интродуценты, «виды-пришельцы», появление которых в данном регионе или городе не предусматривалось человеком, но которые распространились и натурализовались благодаря человеку как агенту переноса организмов или их покоящихся стадий и в результате антропогенных преобразований ландшафтов, сопутствующих урбанизации.

Пятая группа видов – синантропные, т.е. виды, живущие в селитебном ландшафте, в непосредственном соседстве с человеком: в жилищах и других сооружениях, вблизи жилья и временных построек. Сюда входят:

➤ виды, эволюция которых проходила в контакте с человеческими популяциями (например, полевые сорняки, некоторые тараканы, вши, мышь домовая);

➤ виды, лишь в новое и новейшее время, освоившие экологические ниши, параметры которых определяются жизнедеятельностью человека, его домашних животных и окультуренных растений. Например, воробей домовый, голубь сизый, стриж черный, крыса серая. Тем не менее, более молодые синантропные виды не «порывают» полностью связь со своими исходными природными местообитаниями и используют их в зависимости от конкретных ситуаций наряду с антропогенными.

Шестая группа видов – это дикорастущие растения и дикие животные, живущие в городах в различных местообитаниях – от слабонарушенных и трансформированных природных до антропогенных. Здесь мы находим большое разнообразие видов: от сохранившихся в виде малых остатков некогда существовавших жизнеспособных популяций, а ныне обреченных на вымирание, до активно или пассивно проникающих в города и процветающих в них. То есть все те виды растений, животных, грибов – «союзники», «нежелательные соседи» или «вредители», которые, наряду с видами из пятой, четвертой и отчасти третьей групп формируют флору и фауну городов, развивающуюся рядом с человеком, помимо его воли и даже вопреки его желанию.



В чем проявляется специфика городской флоры?

Растительность в городе формируется на основе:

➤ природных фитоценозов, которые трансформируются в полунатуральные;

➤ рудеральных сообществ, которые возникают в нарушенных местообитаниях;

➤ искусственно создаваемых древесно-кустарниковых сообществ, газонов, клумб и т.п.

Изменение природной среды урбанизированных территорий приводит к заметной трансформации флористического состава:

- происходит вытеснение растений природных сообществ;
- селективное подавление отдельных видов;
- интродукция новых видов растений.

Доля адвентивных (пришлых) видов в городских местообитаниях может достигать 40% (свалки, обочины железных дорог), что связано с весьма интенсивным вытеснением аборигенных видов. Большинство из них исчезает из городской флоры уже при закладке городов.

Отмечается сокращение числа лесных видов при явном преобладании доли луговых и степных видов. Из-за повышения температуры и формирования хорошо прогреваемых местообитаний в урбанофлоре создаются благоприятные условия для более южных видов по отношению к географическому положению города. Появляются виды, приспособленные к недостатку влаги (ксерофиты) и повышенному содержанию солей в почве (галофиты). Для урбанизированной флоры ведущей экологической группой по отношению к условиям увлажнения выступают мезофиты.

Условия обитания растений в городах различных регионов очень схожи, что сближает их по флористическому составу и позволяет оценивать городскую флору как аazonальную. Более 15% видов растений являются общими для всех городов Европы (для центров – до 50%).

Увеличение количества видов в городской флоре происходит и за счет одичания некоторых декоративных видов.

В городах увеличивается число рудеральных видов. Рудеральные растения (рудералы) (от лат. *rudus* – щебень, строительный мусор) – сорные растения, растущие на мусорных свалках, вдоль дорог (рис. 4.3.1, 4.3.2). Часто это стихийно возникшие местообитания городских растений – участки урботерритории, где человек косвенно повлиял на их появление. Это участки с уплотненным или нарушенным почвенным слоем, перевернутым и смешанным со строительными бытовыми отходами или полностью искусственным твердым грунтом. Данная территория обладает самыми экстремальными условиями для произрастания аборигенных растений и благоприятными для урбанофильных растений. Рудеральные растения способны быстро занимать освобождающиеся территории, обладают высоким потенциалом к семенному и вегетативному размножению. Нередко имеют различные приспособления для защиты от уничтожения человеком и животными (ядовитые вещества, шипы, жгучие волоски и др.).

Характерной чертой городской флоры является непостоянство и динамичность видового состава.



Рисунок 4.3.1
Лопух большой
(*Arctium lappa*)



Рисунок 4.3.2
Сурепка обыкновенная
(*Barbarea vulgaris*)



В чем проявляется специфика городской фауны?

Продуктом взаимодействия между человеческой популяцией и ее сознательной или несознательной деятельностью и популяциями животных в пространстве и времени является синантропная фауна. Она складывается из автохтонных и аллохтонных видов претерпевающих процесс ***синурбизации***.

Синурбизация – процесс адаптации вида к условиям жизни в городе. Процесс этот происходит путем преобразований, являющихся по своей природе этологическими, экологическими и эволюционными (Гливич, 1980). Для животной компоненты антропоценозов принято выделять следующие основные категории:

- человек в качестве образователя антропоценоза;
- domesticiрованные животные (доместикация может рассматриваться как вид мутуализма);
- синантропные животные (эвсинантропы – истинные или облигатные синантропы и гемисинантропы – не постоянные);
- интродуцированные или завлеченные;
- ферализованные животные – особи и популяции, освободившиеся от процесса доместикации на ранних стадиях;
- несинантропные животные города.

Противоположной группой являются ***экзоантропы*** – животные, чуждые человеческим поселениям, которые не могут жить и размножаться здесь. Биологические особенности видов во многом определяют возможность их существования в новых условиях среды. Ряд видов стенотопен и обладает сравнительно низкими адаптивными возможностями, другие – эвритопны и имеют высокий адаптивный потенциал. Чтобы иметь возможность успешно проник-

нуть в новую нишу или адаптивную зону, вид должен быть преадаптирован к ней; организм называют преадаптированным, если он способен переходить в новый биотоп; структуру называют преадаптированной, если она может взять на себя новую функцию без ущерба для первоначальной (Майр, 1974).



Вопросы для самоконтроля к модулю 4

1. Что такое биота?
2. Как урбанизация влияет на динамику ареалов видов растений и животных?
3. Какие изменения биота претерпевает на урбанизированных территориях?
4. В чем различие между синантропизацией и синурбанизацией?
5. Основные черты изменения растительного покрова в процессе урбанизации.
6. Основные черты урбанизированной фауны.
7. Основные черты урбанизированной флоры
8. Что такое адвентивные виды?
9. Что такое инвазивная флора и фауна?
10. Почему в городах увеличивается число рудеральных видов растений?



Примеры тестовых заданий к модулю 4

1. В составе фауны городов доля аборигенных видов относительно доли иммигрировавших видов большинстве случаев:

- а) больше; б) меньше; в) равна.

2. Пассивное распространение плодов, семян, спор и др. воздушными течениями это:

- а) зоохория; б) анемохория;
в) гидрохория; г) антропохория.

3. Особей вида, преднамеренно или случайно переселенных за пределы естественного ареала в новые для них места обитания, относят к группе:

- а) интродуцентов; б) аборигенов;
в) синантропов; г) анемохоров.

4. Наиболее подверженными негативному воздействию урбанизации являются ареалы:

- а) видов «специалистов»; б) эндемичных видов;
в) видов-космополитов; г) видов – «генералистов».

5. Какое растение называется рудеральным?:

а) культивируемое растение, взятое из естественных сообществ, но не измененное в ходе селекции настолько, чтобы потерять способность к жизни вне агроценоза;

б) прикрепленное ко дну водоема или свободноплавающее растение;

в) растение, растущее на мусорных свалках и на замусоренных местах, вдоль дорог и т.п.;

г) сорняк, хорошо приспособленный к произрастанию совместно с культурными растениями, иногда с определенными их видами.



Учебный модуль 5. Оценка воздействия на биоту

Вы будете изучать:

- состав работ по оценке воздействия градостроительства и объектов городской инфраструктуры на окружающую среду;
- основные критерии (показатели) оценки состояния экосистем;
- оценку воздействия на растительность;
- оценку воздействия на животных;
- оценку воздействия по критериям биологического мониторинга.

Цели модуля:

- дать современные представления об оценке воздействия на биоту

После изучения курса вы сможете:

- пользоваться нормативно-правовой базой, регламентирующей воздействие городской инфраструктуры и строительства на окружающую среду и биоту;
- пользоваться современными методами и подходами к оценке состояния биоты;
- выбрать наиболее оптимальную методику оценки воздействия городской инфраструктуры и строительства на биоту;
- оценивать экологические последствия изменения показателей биоты при развитии городской инфраструктуры.



Ключевые слова: объекты градостроительной деятельности, воздействие объекта градостроительства, оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), экологическое обоснование, уровни экологических нарушений, критерии тематические, ботанические, зоологические, динамические, антропогенная трансформации растительных сообществ, стадии экологического нарушения территорий, оценка воздействия на фауну, биологический мониторинг, биотестирование, биоиндикация

Библиографический список



Основная литература

1. Биологический мониторинг: Программа, методические указания и контрольные задания / Составители В.Ф. Шуйский, Д.С. Петров. – СПб: Санкт-Петербургский государственный горный институт, 2002. – 13 с.
2. Виноградов Б.В., Орлов В.П., Снакин В.В. Биотические критерии выделения зон экологического бедствия России // Известия РАН, сер. геогр., 1993, № 5. – С. 77-89.
3. Клауснитцер Б. Экология городской фауны: Пер. с нем. – М.: Мир, 1990. – 246 с.
4. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: учебник для вузов / Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2003. – 273 с.
5. Матвеев А.Н., Самусенок В.П., Юрьев А.Л. Оценка воздействия на окружающую среду: учебное пособие. – Иркутск: Изд-во Иркутского государственного университета, 2007. – 179 с.
6. Хомич В.А. Экология городской среды: учебное пособие для вузов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2002. – 267 с.
7. Экология города: учебник. – К.: Либра, 2000. – 464 с.



Дополнительная литература

1. Абрамова Л.М., Михайлова В.А. Оценка уровня синантропизации растительности оврагов Башкирского Предуралья // Экология, 2003, № 3. – С. 171-175.
2. Багрикова Н.А. Синантропизация флоры Крымского Присивашья // Экосистемы, их оптимизация и охрана, 2010, Вып. 2. – С. 3-8.
3. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. – К.: Наукова думка, 1991. – 169 с.
4. Вершинин В.Л. Биота урбанизированных территорий. – Екатеринбург: УрГУ, 2007. – 85 с.
5. Гливич И. Исследование пресса синурбизации животных на примере городских популяций // Studia Geographica, 1980, V. 71, № 1. – P. 121-132.
6. Горчаковский П.Л. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. – Екатеринбург: Изд-во УНЦ РАН, 1999. – 192 с.

7. Горчаковский П.Л., Телегова О.В. Сравнительная оценка уровня синантропизации растительного покрова особо охраняемых природных территорий // Экология, 2005, № 6. – С. 403-408.

8. Дымова Т.В., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Критерии устойчивости и оценка состояния растительности дельты р. Волги под влиянием антропогенного воздействия: монография. – Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2011. – 161 с.

9. Закон Московской области от 29 марта 1996 г. № 9/96-03 «Правила застройки городов, поселков городского типа, сельских населенных пунктов, др. поселений и рекреационных комплексов Московской области».

10. Иванова Н.В. Флора в условиях урбанизированной среды г. Самары: автореф. дисс. на соиск. уч. степени к.б.н. – Оренбург, 2010. – 24 с.

11. Инструкция о порядке и составе разработки раздела «Охрана окружающей среды» градостроительной документации г. Москвы, утвержденная распоряжением мэра Москвы от 2 августа 1995 г. № 376-РМ. (<http://docs.cntd.ru/document/3604891>)

12. Исаев Л.К. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. – СПб: Крисмас+, 1998. – 851 с.

13. Майр Э. Популяции, виды, эволюция. – М.: Мир, 1974. – 462 с.

14. Муравьев А.Г. Оценка экологического состояния природно-антропогенного комплекса: учебно-методическое пособие. Изд. 2-е, перераб. и дополн. – СПб.: Крисмас+, 2000. – 118 с.

15. Постановление Правительства Российской Федерации от 13 августа 1996 г. № 997 «Требования по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи».

16. Прокопьев Е.П., Зверев А.А., Мерзлякова И.Е., Кудрявцев В.В., Минеева Т.А. Опыт оценки антропогенной трансформации растительности зеленой зоны г. Томска / Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока: Материалы 4-й рос. конф. – Красноярск: КГПУ, 2006, Т. 2. – С. 79-84.

17. Прокопьев Е.П., Рыбина Т.А. Опыт мониторинга синантропизации и антропогенной трансформации растительного покрова особо охраняемых природных территорий города Томска // Вестник Томского государственного университета. Биология, 2010, № 3 (11). – С. 109-118.

18. Федеральный закон от 24 апреля 1995 г. № 52 «О животном мире».

19. Пашкевич М.А., Шуйский В.Ф. Экологический мониторинг. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный горный институт, 2002. – 89 с.

20. <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=MLAW;n=48945>.



Модульная единица 5.1. Оценка воздействия градостроительства и объектов городской инфраструктуры на окружающую среду

Градостроительная деятельность и объекты городской инфраструктуры воздействуют на окружающую среду, изменяя ее состояние. Оценка этого воздействия проводится при разработке градостроительной документации и проектной документации строительного объекта. По результатам оценки воздействия на окружающую среду выбираются приоритетные направления использования, развития и реконструкции территории; определяются условия и ограничения реализации проектных решений и хозяйственной деятельности на территории.

Каждая стадия градостроительного проектирования и каждая стадия разработки проекта строительства сопровождается разделом, имеющим характер оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Так, в градостроительной документации (генеральный план города, проект планировки, проект застройки) это – раздел «Охрана окружающей среды». Проектная документация на новое строительство (расширение, реконструкция, техническое перевооружение) предприятий, зданий, сооружений обоснование инвестиций включает раздел «Оценка воздействия на окружающую среду», а проект содержит раздел «Охрана окружающей среды».

В основе разработки указанных разделов лежит процедура ОВОС, представляющая собой вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых и косвенных последствий воздействия на окружающую природную среду планируемой деятельности. Для проведения ОВОС используются материалы инженерно-экологических и других видов инженерных изысканий для строительства; учитываются законодательство Российской Федерации и ее субъектов, строительные нормы и правила, государственные стандарты, санитарные правила, экологические требования и нормативы качества окружающей среды. Исследование состояния окружающей среды, проведение расчетов и моделирование экологических процессов осуществляются на основе сертифицированных методов и методик.

При разработке градостроительной документации исследуется воздействие объекта градостроительства (города, района, микрорайона, квартала), городской инфраструктуры на окружающую среду; при разработке проектной документации – воздействие, отдельного здания, сооружения или предприятия. Оценивается изменение состояния атмосферного воздуха, почв, грунтов, грунтовых вод, водных объектов, лесов, городских зеленых насаждений и т.п. Кос-

венное воздействие градостроительного объекта на окружающую среду оценивается по показателям здоровья населения, растений, животных и по другим показателям. Выявляются все виды воздействия на окружающую среду: выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов в поверхностные и подземные воды, загрязнение почв и грунтов, размещение отходов, воздействие физических факторов и воздействия, обусловленные спецификой строительной деятельности. Кроме того, оценивается воздействие объектов градостроительства на протекание природных и техногенных процессов и явлений.

Состав работ ОВОС зависит от климатических и природно-техногенных условий территории, экологической ситуации. На каждой стадии градостроительного проектирования оценки воздействия на окружающую среду отличаются друг от друга по объему информации, степени ее проработки и характеру выводов.

Последовательность проведения ОВОС приведена в документе муниципального уровня – Инструкция о порядке и составе разработки раздела «Охрана окружающей среды» градостроительной документации г. Москвы, утвержденная распоряжением мэра Москвы от 2 августа 1995 г. № 376-РМ.

На уровне генерального плана города сначала характеризуются климатические и природно-техногенные условия территории. Оценивается современное состояние окружающей среды. Проводится ее покомпонентная и комплексная оценка. Разрабатывается программа природоохранных мероприятий. Затем оценивается ожидаемое состояние окружающей среды в результате реализации предложений генерального плана и выполнения природоохранных мероприятий. Определяется природоохранная стратегия города.

На уровне проекта планировки жилого района современная экологическая ситуация определяется по данным раздела «Охрана окружающей среды» генерального плана города. Анализируется воздействие на состояние окружающей среды только тех объектов, которые расположены и функционируют в пределах территории района. Затем оценивается степень влияния на окружающую среду проектируемых объектов. Проводится комплексная оценка ожидаемого изменения состояния окружающей среды в результате строительства. Определяются градостроительные мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду выявленных факторов.

На уровне застройки микрорайона оценка современной экологической ситуации и оценка современного состояния окружающей среды проектируемой территории проводится по данным генерального плана города и проекта планировки района. Анализируется изменение состояния окружающей среды (по отдельным выбранным факторам и по их совокупности) в результате воздействия

проектируемой застройки. При этом оцениваются различные варианты проектных решений. Уточняются природоохранные мероприятия и конкретизируются предложения по архитектурно-планировочной организации территории, предусмотренные проектом планировки.

При разработке проектной документации строительства, реконструкции или технического перевооружения объекта на первых этапах требуется только обосновать намечаемую хозяйственную или иную деятельность будущего объекта строительства. Поэтому на этапе обоснования инвестиций цель ОВОС – показать возможность ее осуществления с учетом тех или иных экологических проблем, связанных как с региональными особенностями территории, так и с отраслевой спецификой.

На этапе проектирования ОВОС выражается уже в конкретных количественных (или качественных экспертных) показателях возможных последствий от планируемой деятельности. Целью ОВОС на данном этапе является выбор технических и технологических решений, которые позволили бы избежать или свести к минимуму негативное влияние на окружающую среду.



На основе выводов ОВОС дается экологическое обоснование на проведение градостроительной, строительной, хозяйственной и иной деятельности.

Экологическое обоснование – это совокупность доводов (доказательств) и научных прогнозов, позволяющих оценить экологическую опасность намечаемой градостроительной, строительной, хозяйственной и иной деятельности. При этом под экологической опасностью понимается ухудшение показателей качества окружающей среды (состояний, процессов) под влиянием природных и техногенных факторов, представляющих собой угрозу экосистемам и человеку.

В предпроектной и проектной документации должны быть обоснованы:

- размещение объекта (выбор площадки);
- изъятие природных ресурсов (земельных, водных, недр, лесных);
- уровень экологической опасности технологических процессов, продукции, отходов;
- экологическая безопасность объекта, ОВОС;
- природоохранные мероприятия.

Предлагаемая оценка фактического состояния окружающей среды может быть проведена при наличии большого количества картографического и статистического материала. Однако в большинстве случаев при проведении ОВОС

не требуется таких детальных исследований. Необходимая программа таких исследований составляется после выявления зон особой чувствительности и экологически значимых воздействий будущего объекта на окружающую среду. При этом возможно применение различных методов исследований.

Источниками информации для получения исходных материалов по состоянию анализируемых сред служат данные наблюдений местных метеостанций и санэпидемстанций, бассейновых управлений водного хозяйства, управления охотничьего хозяйства, комитетов по рыболовству, комитетов местной администрации по земельным ресурсам и землеустройству, климатические справочники, фондовые материалы Росгидромета, отчеты и публикации научных организаций и высших учебных заведений, данные территориальных органов по охране окружающей среды и результаты экологического мониторинга.

По результатам оценки воздействия также разрабатывается система экологического мониторинга проектируемого объекта для последующей реализации в составе раздела проектной документации «Охрана окружающей природной среды».

Материалы раздела «Охрана окружающей среды» используются при проведении государственной экологической экспертизы. Она контролирует результаты исследований и прогнозов ОВОС, опираясь на экологическое обоснование. Государственная экологическая экспертиза проводится соответствующим отделом территориального органа Федеральной службы по надзору в сфере природопользования Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей среды Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Она завершает стадию проектирования, приняв решение о реализации (или запрете реализации) проекта.

Таким образом, климатические, природно-техногенные условия и экологическое состояние территории застройки определяют градостроительные решения по созданию искусственной среды жизнедеятельности человека. В этом случае окружающая среда воздействует на человека через градостроительный объект:

окружающая среда → градостроительный объект → человек.

В свою очередь, градостроительный объект воздействует на существующую, сложившуюся среду жизнедеятельности человека:

градостроительный объект → окружающая среда → человек.

Для решения вопросов по снижению негативного воздействия градостроительных объектов и их функционирования (хозяйственной и иной деятельности) на окружающую среду необходимо использовать целый комплекс природоохранных методов и мероприятий. Они осуществляются как градостроительными, так и техническими средствами.



? *В чем проявляется воздействие на растительный и животный мир?*

Воздействие городской инфраструктуры и строительства может проявляться через:

- изменение видового разнообразия флоры и фауны;
- изменение структуры сообществ (снижение численности доминирующих и фоновых видов, увеличение численности редких видов и т. д.);
- изменение численности, возрастной и половой структуры популяций;
- изменение направлений миграций;
- замена одних сообществ другими сообществами;
- изменение трофической структуры биоценозов.

? *На чем основывается оценка состояния экосистем?*

Состояние экосистемы определяется через оценку состояний формирующих ее биотических (биома) и абиотических (геома) компонентов (сфер, сред). Такая оценка состояния экосистемы проводится на основе ограниченного числа критериев, обеспечивающих при совместном рассмотрении уверенную квалификацию ее состояния. При этом нужен единый подход к оценке состояния как экосистемы, так и слагающих ее компонентов.

Уровни экологических нарушений экосистем

В настоящее время большинство исследователей предлагают выделять 4 уровня природно-антропогенных экологических нарушений: нормы (Н), риска (Р), кризиса (К) и бедствия (Б). В основу выделения этих уровней положено ранжирование нарушений экосистем по глубине и необратимости (Виноградов и др., 1993).

Характеристика состояний и нарушений экосистем

1. Уровень нормы (Н), иначе – зона экологической нормы или класс удовлетворительного (благоприятного) состояния среды. Это территории без заметного снижения продуктивности и устойчивости экосистем, их относительной стабильности. Значение прямых критериев оценки ниже ПДК или фоновых. Деградация земель менее 5% площади.

2. Уровень риска (Р), иначе – зона экологического риска или класс условно удовлетворительного (неблагоприятного) состояния среды. Это территории с заметным снижением продуктивности и устойчивости экосистем, их нестабильным состоянием, ведущим к спонтанной деградации экосистем, но

еще с обратимыми нарушениями. Эти территории требуют разумного хозяйственного использования и планирования мероприятий по их улучшению. Значения прямых критериев оценки незначительно превышают ПДК или фон. Деградация земель от 5 до 20% площади.

3. Уровень кризиса (К), иначе – зона экологического кризиса или класса неудовлетворительного (весьма неблагоприятного) состояния среды. Это территории с сильным снижением продуктивности и потерей устойчивости экосистем и трудно обратимыми нарушениями. Здесь необходимо выборочное хозяйственное использование территорий и планирование их глубокого улучшения. Значения прямых критериев оценки значительно превышают ПДК или фон. Деградация земель от 20 до 50% площади.

4. Уровень бедствия (Б), иначе – зона экологического бедствия (катастрофы) или класса катастрофического состояния сред. Это территории с полной потерей продуктивности, практически необратимыми нарушениями экосистем, исключающими данную территорию из хозяйственного использования. Значения прямых критериев оценки в десятки раз превышают ПДК или фон. Деградация земель более 50% площади.

? *Каковы основные критерии (показатели) оценки состояния экосистем?*

Оценка состояния экосистем осуществляется на основе ограниченного (небольшого) числа наиболее представительных показателей, т.к. единого показателя состояния экосистем не существует. Поэтому оценка экологического состояния территории состоит из интегральной морфологической оценки состояния экосистемы с расшифровкой ее через характеристику состояния геосфер (среды обитания).

В настоящее время существует несколько подходов к классификации и иерархии показателей оценки состояния экосистем и геосферных оболочек Земли. Б.В. Виноградовым с соавторами (1993) предлагается выделять биотические показатели, которые включают в себя несколько классов показателей:

- тематические;
- пространственные;
- динамические;
- интегральные.

В целях оценки общей устойчивости экосистем к антропогенным воздействиям используют следующие показатели:

- запасы живого и мертвого органического вещества;
- эффективность образования органического вещества или продукции растительного покрова;
- видовое и структурное разнообразие.

Тематические критерии включают специфические индикаторы, характеризующие свойства экосистем (ботанические, зоологические, почвенные, микробиологические, гидрохимические, гидрологические, геофизические и др.).

Ботанические критерии характеризуют ухудшение видового состава и ассоциированности естественной растительности; уменьшение видового разнообразия, лесистости, площади коренных ассоциаций; слабое возобновление, повреждение растительности газообразными соединениями, болезнями, вредителями и др.

Зоологические критерии включают показатели нарушения животного мира. Они могут рассматриваться как на ценологических (видовое разнообразие, пространственная структура, трофическая структура, биомасса, продуктивность, энергетика), так и на популяционных (пространственная структура, численность, возрастной состав, поведение) уровнях. Зона риска, главным образом, по этологическим критериям начальной стадии нарушения (синантропизация, потеря стадного поведения, изменение путей миграции). Зона кризиса характеризуется нарушением структуры популяций, групп и стай, сужением области распространения и обитания, нарушением размножения. Зона бедствия отличается исчезновением мест местообитания, отдельных стадий, массовой гибелью возрастных групп, резким ростом численности синантропных и нехарактерных видов, интенсивным увеличением антропозоонозных и зоонозных заболеваний.

Динамические критерии

Рассмотренные выше статические (статистические) критерии выявления зон экологических нарушений недостаточны для объективной оценки, поскольку не отражают истинной картины бедствия. Более достоверны динамические критерии по скорости нарастания неблагоприятных изменений природной среды, например, по скорости накопления тяжелых металлов. По скорости нарастания неблагоприятных изменений выделяется 4 класса динамизма растительного покрова.

Первый класс: стабильные территории. Скорость изменений растительного покрова менее 0,5% площади в год. Растительный покров подвержен лишь разногодичной и циклической флюктуации.

Второй класс: умеренно динамичные территории.

Скорость изменений растительного покрова до 1-2% площади в год. Полная смена растительного покрова происходит здесь за 50-100 лет. Эти территории относятся к зонам экологического риска.

Третий класс: средне динамичные территории. Скорость изменений растительного покрова до 2-3% площади в год. Полная смена растительного покрова происходит за 30-50 лет. Эти территории относятся к зонам экологического кризиса.

Четвертый класс: сильно динамичные территории.

Скорость изменения растительного покрова больше 4% в год. Полная смена растительного покрова происходит менее чем за 25 лет. Эти территории относятся к зонам экологического бедствия (таблица 5.2.1).

Таблица 5.2.1

Динамические критерии нарушения экосистем

Показатель	Норма (Н)	Риск (Р)	Кризис (К)	Бедствие (Б)
1. Увеличение площади нарушенных экосистем, %*	менее 1,0	1,0-2,0	2,0-4,0	>4,0
2. Уменьшение годичной растительной продукции, %	<1,0	1,5-3,5	3,5-7,5	>7,5
3. Увеличение площади эродированных земель, %*	<0,5	1,0-2,0	2,0-5,0	>5,0

*Скорость изменения показателя в год.



Где можно получить данные для оценки воздействия на биоту?

Состояние растительного и животного мира определяется на основании данных лесоустроительных организаций, ветеринарных служб, биологических станций и т.д. Информация должна быть максимально полной и достоверной. Особое внимание следует уделить наличию краснокнижных видов. Описание растительного и животного мира должно включать:

- общую региональную характеристику растительного мира, включающую сельскохозяйственные системы, парки, сады, и др. лесонасаждения;
- растительные сообщества, видовое разнообразие: доминирующие, эндемичные, редкие, исчезающие виды;
- структура площадей лесного фонда, территориальное размещение лесов;
- видовой и возрастной состав лесного фонда, распределение по породам и группам возраста, общая биомасса лесного фонда, состояние лесов: санитарное состояние, завалы, залежи, болезни;
- площади посевных площадей, естественных лугов и пастбищ, продуктивность, их состояние, связанное с хозяйственной деятельностью;
- видовой состав и численность популяций животного мира;

- миграционные процессы, пути и сроки миграции, исчезающие виды;
- перелетные виды птиц, степень обеспечения гнездования, зимующие и водоплавающие виды птиц;
- бактериологическая характеристика района, патогенные и другие виды;
- почвенная фауна, гельминты;
- гидробиологическое описание водных объектов (фитопланктон, зоопланктон, бентос, бактериальная флора, ориентировочная численность популяций);
- ихтиологическая характеристика основных водных объектов: виды рыб, миграция, проходные виды рыб, нерестилища).

Данные для оценки состояния и предполагаемого воздействия на растительный и животный мир могут быть получены в специализированных институтах Российской академии наук, на биологических факультетах университетов, а также в территориальных организациях, занимающихся вопросами изучения растительного и животного мира.

? *Какие изменения необходимо учитывать при оценке воздействия объекта на состояние растительности?*

Оценки воздействия любого вида антропогенной деятельности на растительный покров зачастую затруднены тем, что отсутствуют какие-либо определенные количественные нормативы состояния растительности. Здесь возможны экспертные оценки, позволяющие получить комплексную оценку состояния и устойчивости растительности.

Вместе с тем для оценки качества состояния растительности используют многочисленные параметры. Среди них:

- уменьшение биоразнообразия (индекс разнообразия Симпсона, % от нормы);
- плотность популяции вида-индикатора антропогенной нагрузки, % от площади коренных (или квазикоренных) ассоциаций, % от общей площади;
- видовой состав естественной травянистой растительности;
- возрастной спектр ценопопуляций доминантов, возобновление в отн. единицах;
- лесистость, % от оптимальной (зональной);
- запас древесины основных лесобразующих пород, % от нормального;
- повреждение древостоев техногенными выбросами, % от общей площади;
- повреждение хвойных пород техногенными выбросами (повреждение хвои) %;
- заболевание древостоев, %;

- гибель лесных культур, % от площади лесокультурных работ;
- площадь гари, не облесившейся в течение не менее 10 лет;
- площадь посевов, поврежденных вредителями, % от общей площади;
- изменение ареалов редких видов;
- повреждение растительности заповедников.

Критерии оценки состояния растительности различаются в зависимости от географических условий и типов экосистем. При этом учитываются негативные изменения как в структуре растительного покрова (уменьшение площади коренных ассоциаций, изменение лесистости), так и на уровне растительных сообществ и отдельных видов (популяций): изменение видового состава, ухудшение ассоциированности и возрастного спектра ценопопуляций доминантов.

? На чем основываются ботанические критерии нарушенности территории?

Ботанические показатели весьма специфичны, так как разные виды растений и разные растительные сообщества в разных географических условиях имеют неодинаковую чувствительность и устойчивость к нарушающим воздействиям и, следовательно, одни и те же показатели для квалификации зон экологического состояния могут существенно варьировать для разных ландшафтов. При этом учитываются признаки негативных изменений на разных уровнях: организменном (фитопатологические изменения), популяционном (ухудшение видового состава и фитоценометрических признаков) и экосистемном (соотношение площадей в ландшафте). Ранжирование состояния экосистем по ботаническим критериям представлено в таблице 5.2.2.

? Как используется степень синантропизации фитоценозов в качестве показателя антропогенной трансформации растительности?

Функционирование инфраструктуры и строительство приводят к возникновению на городской территории местообитаний растений в виде участков с уплотненным или нарушенным почвенным профилем, перевернутым и смешанным со строительными-бытовыми отходами или полностью искусственным твердым грунтом. Такие местообитания обладают самыми экстремальными условиями для произрастания аборигенных растений и благоприятными для урбанотрофных растений (характер таких преобразований определяется понятием «синантропизация растительного покрова»).

Ботанические критерии нарушенности территории

Показатель	Норма (Н)	Риск (Р)	Кризис (К)	Бедствие (Б)
1. Ухудшение видового состава естественной растительности и характерных видов	естественная смена доминантов, субдоминантов в особенности полезных видов	уменьшение обилия господствующих, в особенности полезных, видов	смена господствующих видов на вторичные, в основном сорные и ядовитые	уменьшение обилия вторичных видов, полезных растений практически нет
2. Повреждение растительности (дымом заводов)	отсутствие	повреждение наиболее чувствительных видов (хвойных деревьев – елей, лишайников)	повреждение среднечувствительных видов	повреждение слабочувствительных видов (травы, кустарники)
3. Относительная площадь коренных ассоциаций, %	>60	40-60	20-30	<10
4. Биоразнообразие (уменьшение индекса Симпсона), %	<10	10-20	25-50	>50
5. Лесистость, % от зональной	>80	60-70	10-20	<5
6. Продуктивность пастбищной растительности, % от потенциального уровня	>80			
* Скорость изменения показателя в год.				

Для более точной оценки степени антропогенной деградации растительных сообществ целесообразно использовать показатель доли участия синантропных видов в сложении надземной фитомассы, под которой понимается процент фитомассы, образованной синантропными видами.

На первой стадии деградации синантропные виды составляют незначительную примесь, встречаются единично и рассеянно и образуют не более 10–15% надземной фитомассы.

На второй стадии такие виды приобретают господствующее положение в травостое, составляя 50% надземной фитомассы.

На третьей стадии переходят к абсолютному доминированию и образуют 80-90% надземной фитомассы.

По мере деградации обедняется видовой состав травянистых сообществ (лугов, степей), а количество синантропных видов возрастает до тех пор, пока они не станут составлять 13-78% от общего количества видов в сообществе.

В качестве показателя антропогенной трансформации растительности можно использовать степень синантропизации фитоценозов. Степень синантропизации фитоценозов рассчитывается по формуле:

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^{N_a} a_i}{\sum_{i=1}^{N_a} a_i + \sum_{i=1}^{N_b} b_i} \times 100.$$

где K_s – коэффициент синантропизации; a_i – проективное покрытие ценопопуляций синантропных видов, %; N_a – число синантропных видов; b_i – проективное покрытие ценопопуляций видов гемерофобов, %; N_b – число видов гемерофобов.

Для определения уровня антропогенной трансформации фитоценозов можно использовать равномерную 10-балльную шкалу, которая включает 5 стадий, каждая из которых делится на 2 фазы (табл. 5.2.3).

При изучении динамики растительности комплексных контуров мониторинг ведется по каждому фитоценозу. На основе полученных результатов вычисляются средние показатели синантропизации и трансформации растительности всего контура с учетом соотношения в нем площадей, занимаемых фитоценозами по следующей формуле:

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^N a_i b_i}{100},$$

где K_s – средний уровень синантропизации комплексного контура; a_i – уровень синантропизации фитоценозов комплексного контура; b_i – процент площади, занимаемой фитоценозами в комплексном контуре.

Шкала антропогенной трансформации растительных сообществ
(Прокопьев Е.П., Рыбина Т.А., 2010)

Стадии антропогенной трансформации	Фазы стадий
I – стадия слабой трансформации ($K_s = 1-20\%$)	a – первая (начальная) фаза ($K_s = 1-10\%$)
	b – вторая (заключительная) фаза ($K_s = 11-20\%$)
II – стадия умеренной трансформации ($K_s = 21-40\%$)	a – первая фаза ($K_s = 21-30\%$)
	b – вторая фаза ($K_s = 31-40\%$)
III – стадия средней трансформации ($K_s = 41-60\%$)	a – первая фаза ($K_s = 41-50\%$)
	b – вторая фаза ($K_s = 51-60\%$)
IV – стадия сильной трансформации ($K_s = 61-80\%$)	a – первая фаза ($K_s = 61-70\%$)
	b – вторая фаза ($K_s = 71-80\%$)
V – стадия очень сильной трансформации ($K_s = 81-100\%$)	a – первая фаза ($K_s = 81-90\%$)
	b – вторая фаза ($K_s = 91-100\%$)

На основании результатов мониторинга по каждому фитоценозу и по комплексному контуру в целом можно разработать режим воздействия человека на деградирующую растительность модельных биогеоценозов в виде снижения антропогенной нагрузки. Корректировку антропогенной нагрузки целесообразно проводить при уровне синантропизации $K_s = 51-60\%$, что соответствует второй фазе (b) III – средней стадии антропогенной трансформации. Эти показатели следует считать критическими, т.к. при переходе трансформации на следующую IV стадию заметно ускоряется процесс деградации растительности, что ведет к замедлению обратного процесса демутиации ее исходного состояния после ослабления или снятия антропогенной нагрузки.



Пример расчета синантропизации и трансформации растительности

Комплексный контур рудеральной растительности включает 2 фитоценоза (А, Б): А – занимает 60% площади контура, Б – 40% площади.

В 2001 г. K_s фитоценоза А равнялся 94%, а фитоценоза Б – 100%.

В 2009 г. K_s фитоценоза А равнялся 70%, а фитоценоза Б – 88%.

Установить стадию антропогенной трансформации растительности контура, сделать выводы о ее динамике.

Решение задачи.

Комплексный контур рудеральной растительности включает 2 фитоценоза (А, Б): А – занимает 60% площади контура, Б – 40% площади.

В 2001 г. K_s фитоценоза А равнялся 94%, а фитоценоза Б – 100%.

$$K_s = \frac{(94 \times 60) + (100 \times 40)}{100} = \frac{9640}{100} = 96,4.$$

В 2009 г. K_s фитоценоза А равнялся 70%, а фитоценоза Б – 88%. Средний уровень синантропизации комплексного контура изменился:

$$K_s = \frac{(70 \times 60) + (88 \times 40)}{100} = \frac{7720}{100} = 77,2.$$

Следовательно, в среднем по контуру K_s за 8 лет уменьшился с 96,4 до 77,2%, что соответствует снижению антропогенной трансформации растительности контура от Vb стадии до IVb стадии.

? *По каким биохимическим критериям можно оценить нарушенность растительности экосистем?*

Поступление загрязнителей в растения из атмосферы через их ассимиляционные органы определяет деградацию биоценозов, в особенности лесных, в условиях воздействия выбросов различных промышленных предприятий на урбанизированной территории.

Состояние лесной растительности можно рассматривать как индикатор уровня антропогенной нагрузки на природную среду обитания (повреждение древостоев или хвои техногенными выбросами). Уменьшение запаса древесных ценных пород свидетельствует о процессе деградации лесных экосистем в результате неудовлетворительной лесохозяйственной деятельности.

Наиболее информативные биохимические показатели поражения растительности приведены в таблице 5.2.4.

При химическом загрязнении территории дополнительно оцениваются следующие нарушения растений:

- нормального соотношения массы наземных и подземных органов растений;
- процесса преобразования растений от начала развития до его завершения: задержка бутонизации и торможение цветения, предотвращение образования плодов.

? *Как проводится обследование растительности района намечаемой деятельности?*

Обследование растительности проводится в комплексе с другими инженерно-экологическими изысканиями (обследование почв и грунтов, гидрогеологические исследования и др.) для определения причин развития процессов, негативно влияющих на состояние растительного покрова, и максимально объективного обоснования мероприятий по созданию оптимальной структуры последующего озеленения. В состав обследования растительности входят геоботаническое и дендрологическое. Геоботаническое обследование предваряет

Таблица 5.2.4

Биохимические критерии оценки нарушенности растительности

Основные показатели	I – Норма (Н)	II – Риск (Р)	III – Кризис (К)	IV – Бедствие (Б)
По содержанию химических веществ в сухой массе травянистых растений в мг/кг:				
Максимально допустимое соотношение С:N в растениях*	12-8	8-6	6-4	<4
Максимально допустимое содержание свинца, ртути, кадмия, мышьяка, сурьмы по превышению МДУ*	1,1-1,5	2-4	5-10	>10
Содержание талия, селена (по превышению фона)	<1,5	2-4	5-10	>10
Содержание алюминия, олова, висмута, теллура, вольфрама, марганца, галлия, германия, индия, иттрия (по превышению фона)		1,5-2,0	2-10	10-50
Содержание меди в растениях	10-20	30-70	80-100	более 100
Содержание цинка в растениях		30-60	60-100	100-500
Содержание железа в растениях		50-100	100-200	200-500
Содержание молибдена в растениях	2-3	3-10	10-50	>50
Содержание кобальта в растениях		0,3-1,0	1-5	5-50

*МДУ – Максимально допустимый уровень.

другие виды обследования растительности на территории, предназначенной под строительство либо благоустройство. Отличительной чертой геоботанического обследования является то, что только в его процессе рассматриваются сформировавшиеся растительные сообщества (фитоценозы), их структура, связи, сложившиеся внутри сообществ. Важность геоботанического обследования для естественных растительных сообществ состоит в том, что оно определяет степень нарушенности сообщества и тенденции его дальнейшего развития (демутация или деградация). На этой базе можно прогнозировать развитие растительного сообщества при различных ситуациях и смоделировать оптимальные условия для положительной динамики его развития.

Сведения о состоянии растительности на определенной территории следует увязывать с параметрами рельефа и почвенными характеристиками. При этом необходимо осуществить группировку лесных, луговых и других участков

территории по основным таксонометрическим признакам с выделением общих растительных ассоциаций и указанием степени их нарушения (деградации).

При анализе растительности района намечаемой деятельности необходимо отражать:

- площади, занимаемые лесами, кустарниками, лугами, болотами, неудобьями;

- зональные особенности растительности на рассматриваемой территории, типы лесов, кустарников, луговой и травянистой растительности; промышленную ценность леса, его санитарное состояние; наличие редких и реликтовых видов растительности, деревьев, занесенных в Красную книгу; наличие и площади лесонасаждений, садов, парков, заказников, растительных памятников природы;

- структуру площадей лесного фонда, территориальное размещение лесов;

- видовой и возрастной состав лесного фонда, распределение по породам и группам возраста, общую биомассу лесного фонда, состояние лесов: санитарное состояние, завалы, залежи, болезни;

- площади посевных площадей, естественных лугов и пастбищ, продуктивность, их состояние, связанное с хозяйственной деятельностью (перевыпас, подтопление);

- существующее техногенное поражение лесов, кустарников, лугов кислотными дождями, загрязнением атмосферы и поверхностных вод, подтоплением или иссушением территории.

В тех случаях, когда в районе предполагаемого размещения объекта имеются редкие и исчезающие виды растений, уникальные деревья и растительные сообщества, для них должны быть определены ареалы распространения (местоположение), статус вида, характер произрастания, необходимые меры охраны.

5.2.2. Какие показатели могут быть использованы при оценке воздействия объекта на состояние животного мира?

Животный мир мало совместим с антропогенной деятельностью, что создает большие трудности в предотвращении негативных последствий воздействия.

Ареал воздействия на животный мир всегда шире, чем площадь, непосредственно занимаемая объектом, поскольку жизнедеятельность животных нарушается, помимо всего прочего, так называемым «фактором беспокойства», включающим шум строительства и транспорта, появление незнакомых и необычных предметов, ночное освещение и т.д.

При оценке последствий воздействия на животный мир гораздо более значимы косвенные причины негативных последствий: сокращение экологических ниш, запасов кормов, нарушение трофических цепей, загрязнение водое-

мов и многое другое. При оценке воздействий необходимо опираться на систематическую, пространственную и экологическую структуру животного мира, устанавливая взаимосвязи между этими тремя аспектами анализа и выявляя возможные негативные последствия их нарушения.

Для установления исходных пространственных экологических закономерностей следует пользоваться материалами по типичным для данных зонально-региональных условий резерватам (заповедникам, заказникам и др.), поскольку на территориях вне особых охраняемых природных объектов первоначальные закономерности сильно нарушены и могут быть установлены только современные, как правило, очень обедненные их модификации. Сравнение тех и других может дать представление о типе динамики экосистем региона и адаптации животных к изменяющейся среде, на основании чего гораздо проще прогнозировать последствия планируемых нагрузок.

Характеристика животного мира района предполагаемого размещения проектируемого объекта должна отражать:

- видовой состав диких млекопитающих, птиц, герпетофауны и ихтиофауны;
- основные пути, направление и сроки миграции диких животных и птиц; наличие редких и исчезающих видов млекопитающих, птиц, рыб, занесенных в Красную книгу;
- численность и ареалы обитания по видам животного мира;
- указание перелетных видов птиц и мигрирующих видов животных;
- гидробиологическое описание водных объектов (фитопланктон, зоопланктон, бентос, бактериальная флора, ориентировочная численность популяций);
- наличие и расположение звероферм и хозяйств по разведению диких животных.

? *Какие зоологические критерии можно использовать для оценки воздействия на животных?*

Для оценки состояния животного мира отсутствуют четкие и определенные, в том числе количественные, критерии и нормы, поэтому наиболее часто используется метод экспертных оценок, требующий определения соответствующих показателей.

Для оценки воздействия на животных можно использовать зоологические критерии, которые входят в состав тематических биотических критериев нарушения экосистем.

Зоологические критерии. Показатели нарушения животного мира могут рассматриваться как на ценотическом, так и на популяционном уровне.

Ценогический уровень – это биогеоценоз или экосистема.

Показатели нарушенности животного мира на ценогическом уровне изменения:

- видовой разнообразия;
- пространственной и трофической структуры;
- биомассы и продуктивности;
- энергетики.

Показатели нарушенности животного мира на популяционном уровне изменения:

- пространственной структуры;
- численности и плотности;
- поведения;
- демографической и генетической структуры.

По зоологическим критериям может быть выделен ряд стадий процесса экологических нарушений территории:

➤ **зона риска** выделяется по критериям начальной стадии нарушения – синантропизация, потеря стадного поведения, изменение путей миграции, реакция толерантности;

➤ **зона кризиса** характеризуется нарушением структуры популяций, сужением ареала, нарушением продуктивного цикла;

➤ **зона бедствия** характеризуется исчезновением части ареала или местообитания, массовой гибелью животных, резким ростом численности синантропных и нехарактерных видов, интенсивным ростом антропозоонозных и зоонозных заболеваний.

Ранжирование состояния экосистемы по этим критериям приведено в таблице 5.2.5.

Таблица 5.2.5

Зоологические критерии оценки нарушенности экосистем

Показатель	Норма (Н)	Риск (Р)	Кризис (К)	Бедствие (Б)
1. Частота антропозоонозных заболеваний	случайная	спорадическая	регулярная	массовая
2. Падеж домашних животных, %	случайно <10	спорадически 10-20	регулярно 20-50	массово >50
3. Уменьшение биоразнообразия, % от исходного	<5	10-20	25-50	>50
4. Плотность популяции вида индикатора антропогенной нагрузки, % от исходной	<10	10-20	20-50	>50



Что необходимо учитывать при оценке воздействия на фауну?

Любая деятельность, влекущая за собой изменение среды обитания объектов животного мира и ухудшение условий их размножения, нагула, отдыха и путей миграции, должна осуществляться с соблюдением требований, обеспечивающих охрану животного мира. Также предусматривается выделение защитных участков территорий и акваторий, на которых запрещаются отдельные виды хозяйственной деятельности или регламентируются сроки и технологии их проведения, если они нарушают жизненные циклы объектов животного мира (ст. 22 Федерального закона от 24 апреля 1995 г. № 52 «О животном мире»). Таким образом, при обосновании и оценке воздействия на фауну рекомендуется рассматривать следующее:

- характеристику животного мира в зоне воздействия объекта;
- оценку территории в зоне воздействия объекта как мест обитания основных групп животных (для рыб – зимовальные ямы, места нагула, нереста и т.д.);
- прогноз изменений животного мира при строительстве и эксплуатации объекта;
- оценку последствий изменений животного мира в результате реализации проекта;
- мероприятия по снижению ущерба водной и наземной фауны и сохранению основных мест обитаний животных при строительстве и эксплуатации объекта;
- оценку ущерба животному миру вследствие изменения условий обитания при реализации проектных решений. Компенсационные мероприятия;
- объем природоохранных мероприятий и оценку стоимости компенсационных мероприятий и мер по охране животного мира при нормальном режиме эксплуатации объекта, а также в случае аварий.

Оценка состояния животного мира (позвоночных животных – млекопитающих, птиц, земноводных, пресмыкающихся, рыб) на территории города проводится в случае размещения участка проектируемого строительства в непосредственной близости от природных и озелененных территорий основных мест обитания видов животных, занесенных в Красную книгу.

Комплексное обследование состояния сообществ животных, обитающих в городе, проводится для определения уровня современной антропогенной нагрузки на редких и исчезающих животных, обитающих на исследуемой территории, характера негативных факторов воздействия на животные сообщества и выявления редких и исчезающих видов.



Модульная единица 5.3. Оценка воздействия по критериям биологического мониторинга



Какие задачи решает биологический мониторинг?

Биологический мониторинг предназначен для решения следующих задач:

- *информационное обеспечение деятельности по сохранению биоты:* определение состояния биотической составляющей биосферы (на различных уровнях организации биосистем) и ее реакции на антропогенное воздействие.
- *оценка состояния окружающей среды по биотическим параметрам.* Особую роль играет выявление начальных стадий неблагоприятных изменений среды, к которым многие компоненты биоты намного чувствительнее, чем человек.

Кроме того, существуют многие частные формы биологического мониторинга для информационного обеспечения конкретных направлений деятельности по охране окружающей среды.



В чем проявляются возможности, преимущества и недостатки оценки состояния окружающей среды по абиотическим и биотическим показателям?

Оценка качества среды и антропогенных изменений экосистем может проводиться по абиотическим параметрам и по биотическим (на основе определения, анализа и интерпретации различных характеристик биоты). Оба подхода имеют свои преимущества и недостатки (табл. 5.3.1).

Абиотические параметры удобнее тем, что непосредственно характеризуют состав среды, ее конкретные негативные изменения, причем имеют строгое количественное выражение. Однако получить по ним полную характеристику среды невозможно, поскольку:

- остается неясным главное – насколько абиотические условия в целом соответствуют потребностям биоты.
- современные антропогенные воздействия на экосистемы, как правило, весьма сложны. Как бы велико ни было количество абиотических параметров, определенных исследователем, нет гарантии, что удалось полностью учесть все влияющие факторы.
- реакция экосистем существенно зависит не только от состава факторов, но и сложного эффекта от их взаимодействия.

Преимущество использования **биотических** параметров заключается в их большей надежности и объективности. Состояние биоты определяется общим

Преимущества и недостатки подходов к оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) по абиотическим и биотическим показателям (Пашкевич М.А., Шуйский В.Ф., 2002)

№	Подход	Преимущества	Недостатки	Примеры
1	Оценка по абиотическим показателям	Известны значения ряда конкретных факторов	Оценка неточна из-за: 1. общих недостатков системы ПДК; 2. малой доли учтенных факторов; 3. недоучета эффекта взаимодействия факторов; 4. недоучета фоновых особенностей среды	Перечни ПДК и ОБУВ, ИСО 10304-1:1992, 10703:1997, 11732:1997 и др.
2	Оценка по биотическим показателям	Многие методы гарантируют весьма надежную оценку	Лимитирующие факторы и их значения неизвестны	ИСО 9998:1991, 10707:1994, 11733:1995, 10705:1995, метод Вудивисса, шкалы сапробности, и др.
3	Оценка по абиотическим и биотическим показателям отдельно, сравнение результатов	Надежность оценки выше, чем при 1,2, за счет сравнения абиотических и биотических показателей. Известны значения ряда факторов	Вероятность недоучета части лимитирующих факторов остается значительной. Закономерности детерминации состояния среды лимитирующими факторами остаются неизвестными	ГОСТы «Охрана природы» (17.1.3.07-82, 17.1.3.08-82, и др.), СНиП 2.1.4.559-96, «Бельгийский» метод и др.
4	Оценка на основе связи биотических и абиотических показателей	Устанавливаются и лимитирующие факторы, и закономерность их действия. Надежность ОВОС максимальна. Лучшая основа для экологического нормирования и регуляции среды	Наибольшая трудоемкость, наиболее высокие требования к квалификации экологов	Некоторые экологические нормативы пресноводных и лесных экосистем

состоянием абиотической среды и четко реагирует на негативные воздействия любого происхождения, независимо от полноты их учета и степени изученности.

Это определяет особую важность биотических характеристик как объекта мониторинга и оценки воздействий на окружающую среду. Но, адекватно отражая степень негативного воздействия в целом, оценка состояния и изменений биоты не объясняет, какими именно факторами они создаются.

Наиболее эффективным оказывается сочетание обоих подходов. При этом состояние всей среды в целом достаточно надежно оценивается по результатам учета и анализа биотических показателей, а прямая оценка физико-химических характеристик помогает разобраться, какие из антропогенных факторов наиболее сильно ухудшают среду и как именно это происходит.

? *Какие методологические подходы используются при проведении биомониторинга?*

Существуют два методологически различных пути оценки состояния среды по характеристикам биоты: биотестирование и биоиндикация.

***Биотестирование** – это оценка качества среды при активном вмешательстве в природные процессы, путем постановки эксперимента в природных или лабораторных условиях. Суть биотестирования сводится к определению последствий взаимодействия подопытных организмов («тест-объектов») с испытываемой средой. О степени воздействия среды судят, сопоставляя изменения характеристик тест-объектов при различной продолжительности опыта в изучаемых средах. Негативное влияние испытываемой среды оценивается по выживаемости, плодовитости, заболеваемости, скорости роста и индивидуального развития, особенностям поведения, морфологическим изменениям организмов – тест-объектов.*

***Биоиндикация** – это оценка качества среды по состоянию тех или иных представителей ее населения – биоты, осуществляемая путем наблюдения за ними, без активного (экспериментального) вмешательства в природные процессы. Объектами таких наблюдений (**биоиндикаторами**) могут служить биосистемы любого уровня организации. Оценку качества среды проводят по **биоиндикаторным признакам** – тем характеристикам наблюдаемых биосистем, которые наиболее полно и точно отражают степень их благополучности.*

? *На каком уровне организации биосистем проводят биоиндикационные исследования?*

Для биоиндикации можно использовать показатели биосистем всех рангов:

- организм и суборганизменные структуры;
- популяции;
- многовидовые биосистемы (сообщества; экосистемы).

? *Какие характеристики используют для биоиндикации на организменном и суборганизменном уровнях?*

К биосистемам суборганизменных рангов относятся молекулы и молекулярные комплексы (белки, нуклеиновые кислоты и др.), клеточные органоиды, клетки, ткани, органы и системы органов. Для биоиндикации наиболее показательны следующие характеристики:

- химический состав клеток;
- состав, структура и степень функциональной активности ферментов;
- структурно-функциональные характеристики клеточных органоидов;
- размеры клеток, их морфологические характеристики, уровень активности;
- гистологические показатели;
- концентрации поллютантов в тканях и органах;
- частота и характер мутаций, канцерогенеза, тератогенеза.

Следует отметить, что последствия тератогенных воздействий различны: в одних случаях тератогенез может проявляться только на уровне клеточных органоидов, отдельных клеток; в других – затрагивает ткани, органы и весь организм.

Большое значение для биоиндикации состояния окружающей среды и ее антропогенных изменений имеют многочисленные структурные (анатомические) и функциональные (физиологические) *характеристики организма*.

? *Какие популяционные характеристики используют для биоиндикации?*

При биоиндикации и биотестировании в качестве функций благополучия успешно используют следующие статические и динамические *популяционные характеристики* (табл. 5.3.2).

Основные биоиндикаторные характеристики популяций
(Пашкевич М.А., Шуйский В.Ф., 2002)

Характеристика	Размерность
Статические характеристики (в момент времени t)	
Численность: n_t – общее количество особей в популяции	экз.
Плотность: N_t – количество особей в единице объема или на единице площади	экз.×[пл.] ⁻¹ , экз.×[об.] ⁻¹
Биомасса: B_t – суммарная масса особей в единице объема или на единице площади	[м.]×[пл.] ⁻¹ , [м.]×[об.] ⁻¹
Средняя масса особи: W_t – соотношение биомассы и плотности (простейшая характеристика размерно-весовой структуры; более точную оценку дает анализ ее гистограммы)	[м.]
Соотношение плотности особей разного пола (простейшая характеристика половой структуры популяции)	–
Показатели неравномерности пространственного распределения особей (простейшая характеристика: σ^2/\bar{N}_t – соотношение дисперсии и средней арифметической популяционной плотности; и др.)	–
Динамические характеристики (за период времени $\Delta t = t_2 - t_1$)	
Скорость абсолютного изменения популяционной плотности: $dN/dt = (N_2 - N_1) \times \Delta t^{-1}$; N_1 и N_2 – значения N_t в моменты t_2 и t_1	экз.×[пл.] ⁻¹ ×[вр.] ⁻¹ , экз.×[об.] ⁻¹ ×[вр.] ⁻¹
Скорость абсолютного изменения биомассы популяции: $dB/dt = (B_2 - B_1) \times \Delta t^{-1}$; B_1 и B_2 – значения B_t в моменты t_2 и t_1	[м.]×[пл.] ⁻¹ ×[вр.] ⁻¹ , [м.]×[об.] ⁻¹ ×[вр.] ⁻¹
Скорость относительного изменения популяционной плотности: $r_N = dN/dt \times \bar{N}^{-1}$; \bar{N} – средняя плотность за период Δt	[вр.] ⁻¹
Скорость относительного изменения популяционной биомассы: $r_B = dB/dt \times \bar{B}^{-1}$; \bar{B} – средняя биомасса за период Δt	[вр.] ⁻¹
Удельная рождаемость: $b = N_b \times \bar{N}^{-1} \times \Delta t^{-1}$; N_b – приращение популяционной плотности за Δt из-за рождения новых особей	[вр.] ⁻¹
Удельная смертность: $d = N_d \times \bar{N}^{-1} \times \Delta t^{-1}$; N_d – убыль популяционной плотности за период Δt из-за гибели особей	[вр.] ⁻¹
Реализуемая доля «биотического потенциала» вида: $(r_{N \text{ max п.}} / r_{N \text{ max}})$ – соотношение максимального значения r_N , реализуемого изучаемой популяцией ($r_{N \text{ max п.}}$), и «биотическо-	–

го потенциала» вида (максимального значения r_N , реализуемого данным видом в идеальных условиях).	
Соотношение фундаментальной R_f и реализованной R_r ниши Хатчинсона: (R_f/R_r)	—
Продукция популяции: $P_{\Delta t} = B_1 - B_2 + B_{el}$; B_{el} – биомасса, элиминированная из популяции (т.е. удаленная вследствие гибели или эмиграции особей) за период Δt	$[м.] \times [пл.]^{-1}$, $[м.] \times [об.]^{-1}$, $[эн.] \times [пл.]^{-1}$, $[эн.] \times [об.]^{-1}$
Обозначения: экз. – экземпляры, [м.], [эн.], [пл.], [об.], [вр.] – единицы массы, энергии, площади, объема, времени, соответственно.	



Какие характеристики сообществ используют при биоиндикации?

При биоиндикации используют следующие характеристики сообществ:

Статические характеристики сообщества

Видовой состав (перечень биологических видов сообщества) – основная, качественная характеристика.

Видовое богатство – количество видов в сообществе.

Показатели обилия: численность, плотность, биомасса сообщества (аналогично соответствующим популяционным параметрам).

Структурные характеристики – показатели структуры сообщества, соотношение суммарных показателей обилия:

- разных видов (видовое разнообразие) или более крупных таксонов;
- представителей разных стратегий питания (трофическая структура);
- особей с разными размерами (массой) (размерно-весовая структура);
- видов с различными ценотическими стратегиями (например, r- и K-стратегов; виолентов, пациентов и эксплерентов);
- видов с разной чувствительностью к воздействиям (эврибионтов и стенобионтов);
- видов с разным поведением, и др.

Обычно негативное антропогенное воздействие приводит к уменьшению количества видов в сообществах (за счет исчезновения стенобионтов) и нарушает выравненность значений их популяционной плотности.

Динамические характеристики сообщества

1) Показатели динамики статических характеристик сообществ

Как и при изучении динамики популяций, динамическими характеристиками сообщества могут служить:

➤ величина изменения значений какой-либо статической характеристики X (плотности, биомассы сообщества, индексов разнообразия и др.) за изучаемый период времени $\Delta t = t_2 - t_1$;

$$\Delta X_{\Delta t} = X_2 - X_1$$

X_1 и X_2 – значения X_t в моменты t_2 и t_1 .

➤ скорость абсолютного изменения значений статической характеристики в момент времени t :

$$dX/dt \approx (X_2 - X_1) \times \Delta t^{-1};$$

➤ скорость относительного изменения значений статической характеристики в момент времени t :

$$r_X = dX/dt \times \bar{X}^{-1}$$

\bar{X} – средняя биомасса за период Δt .

2) Функциональные характеристики сообществ

К функциональным характеристикам сообществ относятся эколого-физиологические показатели (составляющие физиологического «балансового равенства» организма и др.), рассчитанные для всего сообщества в целом, а также различные их соотношения.

Из соотношений эколого-физиологических характеристик для сообществ и экосистем наиболее часто используют:

➤ отношение «реальной» продукции сообщества к его суммарным тратам на обмен за какой-либо период времени (*P/R-коэффициент*);

➤ отношение «реальной» продукции сообщества за какой-либо период времени к среднему значению биомассы за этот период (*P/B-коэффициент* – *удельная продуктивность* сообщества), и др.

В стабильной экосистеме процессы производства и потребления биологической продукции идут с постоянными скоростями и хорошо сбалансированы ($P \approx R$), поэтому воздействие биоценоза на свой биотоп сведено к минимуму. Автогенная сукцессия экосистем обычно характеризуется преобладанием процессов деструкции органического вещества над продукционными процессами ($P/R < 1$), увеличением замкнутости внутреннего круговорота веществ и энергии и возрастанием способности экосистемы к саморегуляции, самоочищению и сохранению высокого качества внутренней среды. Аллогенная сукцессия, как правило, сопровождается обратными процессами ($P/R > 1$). Биотоп постепенно загрязняется накапливающимися, не минерализуемыми полностью органическими веществами. Способность экосистемы к саморегуляции уменьшается, качество ее внутренней среды постепенно ухудшается.

? *Как используется биоиндикация по аккумуляции для оценки воздействия (использование накапливающих биоиндикаторов)?*

Различают регистрирующие и накапливающие, или аккумулирующие биоиндикаторы. Показатели регистрирующей биоиндикации позволяют судить об общем уровне воздействия факторов среды *на биоту*. Биоиндикация по аккумуляции позволяет количественно оценивать сами *факторы* (химические), используя свойство организмов накапливать загрязняющие вещества в своих тканях, определенных органах и частях тела. Концентрация некоторых поллютантов, медленно выводимых из организма (например, металлов, некоторых хлорорганических соединений, и др.), может превышать таковую в окружающей среде на несколько порядков.

Кроме того, с помощью химического анализа иногда удается не только оценить современный уровень загрязненности окружающей среды, но и ретроспективно оценить предыдущую динамику концентрации различных поллютантов (путем сравнения их концентрации в организмах разного возраста).

Примером эффективных накапливающих биоиндикаторов могут служить хитиновые панцири водных ракообразных и личинок насекомых, моллюски и их раковины (последние долго сохраняются и могут использоваться для индикации даже после гибели моллюска), мхи, некоторые органы птиц и млекопитающих (мозг, почки, селезенка, печень, и др.).

? *Какие организмы чаще используются для биоиндикации наземных экосистем?*

Для биоиндикации наземных экосистем наиболее часто используют показатели состояния высших растений, лишайников, мхов, почвенных водорослей, бактерий и др.

Высшие растения. В целом, ПДК для высших растений оказываются существенно меньшими, чем для человека. При этом устойчивость различных растений к поллютантам атмосферного воздуха различна. Для условий лесной полосы России наиболее чувствительны к загрязнению воздуха хвойные леса. Сосна обыкновенная считается важнейшим биоиндикатором антропогенного влияния. Информативными показателями техногенного загрязнения являются:

- статические морфологические и анатомические показатели сосен;
- динамические показатели (величины годового прироста);
- характеристики хвои (продолжительность жизни, масса, характерные повреждения – пигментации, хлорозы, некрозы, усыхания);
- показатели состояния генеративных органов – женских шишек (их размеры, количество, обилие семян);

➤ показатели обилия и разнообразия фауны беспозвоночных – вредителей деревьев; и др.

Лишайники служат очень надежными индикаторами загрязнения воздуха. Лихенофлору традиционно используют для биоиндикации («лихеноиндикация»). Особенно активно лишайники накапливают металлы (гораздо более эффективно, чем сосудистые растения). Реакция лишайников на антропогенные воздействия видоспецифична, однако существуют и некоторые общие закономерности реакции различных крупных групп лихенофлоры на загрязнение воздуха.

Для биоиндикации используют следующие характеристики лихенофлоры:

- видовой состав;
- показатели видового богатства и разнообразия лихенофлоры;
- показатели обилия (биомасса, проективное покрытие) конкретных видов и лихенофлоры в целом;
- индексы соотношения показателей обилия кустистых, листоватых и накипных лишайников;
- доля эпифитных лишайников в общих показателях обилия лихенофлоры;
- морфологические и структурные показатели.

По степени влияния антропогенных факторов на различные виды лишайников выделяют 10 классов их полеотолерантности. Вид относится к тому классу полеотолерантности, при антропогенных условиях которого он наиболее часто встречается, имеет наивысшие показатели покрытия и жизненности. Иными словами, он служит индикатором этих условий (Трасс, 1985).

К первому классу относятся естественные местообитания практически без антропогенного влияния, а к десятому – городские и индустриальные условия обитания с сильным антропогенным влиянием и среднегодовым содержанием SO_2 170 мкг/м³ и более. Таким образом, видовой состав лишайников–индикаторов степени загрязнения воздуха, относящихся к одному классу полеотолерантности (широкой устойчивости), в разных природных условиях существенно различается и градирующе (например, по классам) отражает степень изменения разных местообитаний в результате деятельности человека. По уменьшению обилия лишайников можно судить о повышении уровня стресса на сильно загрязненных территориях. Степень покрытия коры деревьев лишайниками уменьшается по мере увеличения концентрации SO_2 в воздухе. Средние индексы полеотолерантности (ИП) определяют по формуле:

$$ИП = \sum_{i=1}^n \frac{a_i c_i}{c_n},$$

где: n – число видов на площадке описания; a_i – класс полетолерантности вида; c_i – покрытие вида; c_n – суммарное покрытие видов.

Чем больше ИП, тем более загрязнен воздух в соответствующем местообитании. В зависимости от точности работ на индикационных картах можно выделить несколько зон, различных по уровню загрязнения (табл. 5.3.3).

Таблица 5.3.3

Оценка загрязненности атмосферы диоксидом серы по ИП

ИП	Среднегодовая концентрация SO ₂ в воздухе, мг/м ³	Условная зона
1-2	< 0,01	нормальная
2-5	0,01-0,03	малого загрязнения
5-7	0,03-0,08	среднего загрязнения
7-10	0,08-0,10	сильного загрязнения
10	0,10-0,30	критического загрязнения
0	> 0,30	лишайниковая пустыня

Микромицеты используют в целях биоиндикации на молекулярном, клеточном, организменном, популяционном, биоценоотическом уровнях. На молекулярном уровне хорошими маркерами генотипической изменчивости грибов служат электрофоретические спектры белков и изоферментов. Они определяют мутационное воздействие загрязнителей, глубину имеющихся изменений и позволяют предсказать последствия антропогенного воздействия.

Примером оценки степени антропогенного воздействия на микромицеты на клеточном уровне может служить регистрация различных морфологических уродств клеток мицелия или спор. Отклонения от нормального развития, различные нарушения в жизненном цикле, редукция отдельных стадий, выявленные при сопоставлении микромицетов в естественных и антропогенно нарушенных ценозах, представляют интерес для биоиндикации на организменном уровне.

Важным индикационным признаком является внутривидовое фенотипическое разнообразие их морфологических, физиологических, биохимических признаков под воздействием окружающей среды. К популяционному уровню относятся также нарушения жизненного цикла, выраженные в изменении спороношения, биомассы мицелия, отсутствия спор прорастания, определяют особенности дальнейшего развития популяций.

К важным индикационным признакам биоценоотического уровня относятся оценки:

- видового разнообразия в комплексах микромицетов с помощью различных индексов;
- соотношения численности разных видов, их относительного обилия;

- частоты встречаемости;
- количества и биоэкологических особенностей доминирующих видов;
- динамики комплексов грибов.



Какие организмы чаще используются для биоиндикации водных экосистем?

В биоте водоемов и водотоков принято выделяются следующие основные сообщества гидробионтов (водных организмов):

- **нейстон** – сообщество *нейстали*, поверхностного слоя воды, граничащего с атмосферой;
- **пелагос** – сообщество *пелагиали* водоема, толщи воды делится на **планктон** («парящий» – организмы, более или менее пассивно переносимые течением) и **нектон** («плавающий» – активные пловцы);
- **дрифт** – сообщество организмов, переносимых течением водотока;
- **бентос** – сообщество *бентали* – дна и придонного слоя воды;
- **перифитон** («обрастания») – сообщество организмов, прикрепленных к поверхности различных предметов и других, более крупных организмов в толще воды.

В планктоне и бентосе традиционно выделяются фито-, зоо- и бактериоценозы. Фитопланктон и фитобентос составляют водоросли и сине-зеленые. Кроме того, в фитобентос входят также **макрофиты** («крупные растения» – водные высшие растения, мхи и крупные водоросли). Организмы зоопланктона и зообентоса – беспозвоночные животные.

Использование некоторых структурных и функциональных характеристик указанных сообществ (особенно – фито-, зоо- и бактериопланктона и бентоса) для оценки качества водной среды (наряду с абиотическими показателями) является уже традиционным и даже обязательным (ГОСТ 17.1.3.07-82; 17.1.2.04-77; РД 52.24.565-96; 52.24.564-96; 52.24.420-95, и др.).

Наиболее широко применяется оценка скорости аэробной деструкции органических веществ – **биохимическое** (или «биологическое») **потребление кислорода (БПК)** планктоном. БПК легко определяется экспериментально; выражается обычно в миллиграммах кислорода, расходуемого при деструкции в единице объема воды (мг O₂/л) в условиях изоляции от солнечного света за период экспозиции (обычно – 5 суток; соответствующая величина БПК обозначается БПК₅). БПК₅ служит одним из 6 обязательных показателей при расчете индекса загрязненности воды.

Первичная продуктивность водных экосистем и их способность к самоочищению обычно оцениваются по величинам **первичной продукции планк-**

тона (мг O₂/л/сут) и по соотношению скоростей образования валовой первичной продукции и деструкции (P/R).

? **Что такое сапробность? Какие шкалы сапробности используют для оценки водоемов?**

Сапробность называется степень загрязненности водоема органическими веществами, доступными редуцентам. Шкала оценки степени загрязненности водоемов основана на учете присутствия в сообществах гидробионтов индикаторных видов, чьи требования к качеству среды более или менее известны. В основу шкалирования сапробности положен принцип, отражающий степень оксифильности гидробионтов–индикаторов. Водоемы и отдельные участки их акватории классифицируются по степени загрязненности органическими веществами следующим образом (ГОСТ 17.1.3.07-82):

- *ксеносапробная* зона (I класс чистоты) – вода «очень чистая»;
- *олигосапробная* зона (II класс чистоты) – вода «чистая»;
- *бета-мезосапробная* зона (III класс чистоты) – вода «слабо (умеренно) загрязненная»;
- *альфа-мезосапробная* зона (IV класс чистоты) – вода «загрязненная»;
- *полисапробная* зона (V класс чистоты) – вода «грязная»;
- *гиперсапробная* зона (VI класс чистоты) – вода «очень грязная».

Система оценки сапробности постоянно модифицируется, в настоящее время в системе Госкомгидромета при оценке сапробности используется количественный показатель – индекс сапробности (\bar{S}):

- гиперсапробная зона – $\bar{S} > 4$;
- полисапробная – $\bar{S} = 3,51-4,00$;
- α -мезосапробная – $\bar{S} = 2,51-3,50$;
- β -мезосапробная – $\bar{S} = 1,51-2,50$;
- олигосапробная – $\bar{S} = 1,00-1,50$;
- ксеносапробная – $\bar{S} < 1$.

? **Какие индексы используют для оценки водоемов? Какие биотические показатели используют для оценки качества водных объектов?**

Принятая классификация качества воды водоемов и водотоков по биотическим показателям (ГОСТ 17.1.3.07-82) учитывает следующие характеристики:

- отношение общей плотности олигохет к общей плотности сообщества зообентоса (класс *Oligochaeta* – малощетинковые черви; многие их виды характеризуются повышенной устойчивостью к загрязнению и гипоксии, что опре-

деляет высокое абсолютное и относительное обилие олигохет в бентосе загрязненных водоемов);

- концентрацию в воде бактерий (всех и отдельно – сапрофитных, т.е. активно разлагающих органические вещества);
- индекс сапробности по Пантле-Буку;
- индекс сапробности (в модификации Сладечека) по фитопланктону, зоопланктону, перифитону;
- «биотический индекс» Вудивисса.



При анализе любых взаимодействий человека с объектами биотической среды города необходимо помнить, что как позитивные, так и негативные (с точки зрения человека) последствия таких взаимодействий являются закономерной реакцией биоты на все те изменения, которые он вносит в природные ландшафты и экосистемы в процессе создания и развития городов.



Вопросы для самоконтроля к модулю 5

1. Что является объектами градостроительной деятельности?
2. Каков основной состав инженерных изысканий для строительства как источников сведений о природно-техногенных условиях и экологическом состоянии территории застройки?
3. Какие методы используются для комплексной оценки воздействия на городскую среду природных и антропогенных факторов?
4. В чем проявляется воздействие городской инфраструктуры и строительства на растительный и животный мир?
5. Какие изменения необходимо учитывать при оценке воздействия объекта на состояние растительности?
6. На чем основываются ботанические критерии нарушенности территории?
7. Как используется степень синантропизации фитоценозов в качестве показателя антропогенной трансформации растительности?
8. Какие показатели необходимо отражать при анализе растительности в районе намечаемой деятельности?
9. Что должна отражать характеристика животного мира в районе предполагаемого размещения проектируемого объекта?
10. Какие зоологические критерии используются для оценки воздействия на животных?

Глоссарий

Аборигенные (автохтонные) виды – виды, возникшие или с древних времен обитающие на данной территории, часто реликтовые. При анализе флоры или фауны объединяются в особую группу геноэлементов.

Антропозоонозы – группа инфекционных заболеваний, возбудители которых способны поражать только человека.

Ареал – пространство, на котором популяция или вид в целом встречается в течение всей своей жизнедеятельности.

Биоиндикация – обнаружение и определение биологически и экологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов и их сообществ.

Биота – исторически сложившаяся совокупность живых организмов, объединенных общей областью распространения. Например, биота тундры, почвенная биота и т.д.

Биотоп – участок водоема или суши с однотипными условиями рельефа, климата и др. абиотических факторов, занятый определенным биоценозом.

Викарирующие (замещающие) виды – сходные по экологии, но не родственные виды, способные занимать одни и те же экологические ниши.

Выбросы – это поступление веществ и микроорганизмов из источника в атмосферный воздух.

Гемеробия – результат суммарного воздействия человека на экосистему. С целью классификации современного состояния экосистем Гемеробию можно оценить по интенсивности, продолжительности и диапазону антропогенных воздействий.

Гидрохория – распространение плодов (и семян) растений с помощью воды.

Гомеостаз – динамическое равновесие процессов, протекающих в организме, популяции, биоценозе, экосистеме.

Город – один из видов социальной и пространственной организации населения, возникающий и развивающийся на основе концентрации промышленных, научных, культурных, административных и других функций. Город – это населенный пункт, как правило, с населением свыше 10 тыс. чел., преобладающее большинство которого занято в отраслях, не связанных с сельским хозяйством.

Городская агломерация – территориально-экономическая интеграция групп плотно расположенных и функционально связанных населенных мест, различных по величине и народнохозяйственному профилю. В современной мировой практике градостроительства городские агломерации разделяют на моно- и полицентрические.

Городская инфраструктура – совокупность отраслей, предприятий и организаций, входящих в эти отрасли видов их деятельности, призванных обеспечивать, создавать условия для нормального функционирования производства и обращения товаров, а также жизнедеятельности людей. Различают производственную и социальную инфраструктуру.

Городская среда – совокупность антропогенных объектов, компонентов природной среды, природно-антропогенных и природных объектов.

Городское хозяйство – комплекс расположенных на территории города (либо другого населенного пункта) предприятий, организаций, учреждений, обслуживающих материальные, культурные и бытовые потребности населения, проживающего в городе (населенном пункте). Кроме того, городским хозяйством называют отрасль экономики страны, выполняющую упомянутые функции. Городское хозяйство является основой экономики города, обеспечивая, прежде всего, социально-экономическую и экологическую стабильность населенного пункта.

Государственный стандарт (ГОСТ) – нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований, обязательных для исполнения.

Демографическая емкость – максимальное количество жителей, которое может проживать в границах района, при условии обеспечения потребностей населения и сохранения экологического равновесия.

Деурбанизация – обезлюдение крупных городов, сокращение их населения и относительного производственного потенциала. Основной причиной деурбанизации является ухудшение природной среды и, как следствие, санитарно-гигиенических условий жизни в крупных городах.

Емкость территории – количественно выраженная способность ландшафта удовлетворять потребности населения данной территории без нарушения экологического равновесия. Выделяют потребности в площадях для строительства, в воде, в рекреационных ресурсах и т.п. Показателем, характеризующим потребности населения, является демографическая емкость.

Загрязнение – привнесение в окружающую среду или возникновение в ней новых (обычно нехарактерных для нее) вредных химических, физических, биологических, информационных агентов. Загрязнение может возникать в результате естественных причин (природных) или под влиянием деятельности человека (антропогенное загрязнение).

Заказчик – юридическое или физическое лицо, отвечающее за подготовку документации по намечаемой деятельности в соответствии с нормативными требованиями, предъявляемыми к данному виду деятельности, и представляющее документацию по намечаемой деятельности на экологическую экспертизу.

Заключение государственной экологической экспертизы – итоговый вывод, сделанный на основании анализа материалов или умозаключений о вероятных экологических последствиях хозяйственной деятельности органа, уполномоченного проводить государственную экологическую экспертизу.

Законодательство природоохранительное: а) совокупность всех правовых норм, регулирующих взаимодействия человека и природы; б) установление юридических (правовых) норм и правил, а также введение ответственности за нарушение в области охраны природы. Включает правовую охрану природных (естественных) ресурсов, природных особо охраняемых территорий, природной окружающей среды городов (населенных мест), пригородных зон, зеленых зон, курортов, а также природоохранные международно-правовые акты.

Заявление о воздействии на окружающую среду – документ, содержащий описание основных видов воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду и предназначенный для обсуждения со всеми заинтересованными сторонами с целью заявления экологических, социальных, экономических и других связанных с ними последствий реализации обсуждаемого проекта.

Заявление об экологических последствиях – официальное сообщение Заказчика об изменении окружающей среды в результате ведения хозяйственной деятельности.

Зеленые зоны города выполняют функции экологического, санитарно-гигиенического и рекреационного назначения. Кроме того, зеленые зоны, расположенные в кварталах и микрорайонах городских поселений, могут быть защитными и охранными зонами, в том числе объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Зонирование территорий регулирует качество окружающей среды, так как направлено оно на предотвращение чрезмерной концентрации населения и производства, на уменьшение загрязнения окружающей среды, охрану особо охраняемых природных территорий и защиту от воздействия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Интродуцент – организм (вид), случайно или преднамеренно успешно внедрившийся в местные природные или антропогенные комплексы (сообщества).

Источники загрязнения городской среды – любые объекты производственной и бытовой деятельности людей, приносящие загрязнения в атмосферный воздух, водные объекты, почву и грунты города.

Исполнитель работ по оценке воздействия на окружающую среду – физическое или юридическое лицо, осуществляющее проведение оценки воздействия на окружающую среду (заказчик или физическое (юридическое) лицо,

которому заказчик предоставил право на проведение работ по оценке воздействия на окружающую среду.

Исследования по оценке воздействия – сбор, анализ и документирование информации, необходимой для осуществления целей оценки воздействия.

Качество городской среды – соблюдение установленных нормативов качества окружающей среды. С развитием науки и техники могут пересматриваться как сами значения нормативных показателей, так и методы их определения.

Контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль) – это система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды.

Конурбация – группа сближенных и тесно связанных между собой самостоятельных городов, образующих единство благодаря интенсивным экономическим и культурно-бытовым связям между ними, общим крупным инженерным сооружениям (транспорт, водоснабжение) и др.

Космополиты – виды растений и животных, представители которых встречаются на большей части обитаемых областей Земли (например, комнатная муха, серая крыса).

Ксенобиотики – загрязнители окружающей среды из любого класса химических соединений, которые не встречаются в природных экосистемах.

Материалы по оценке воздействия – комплект документации, подготовленный при проведении оценки воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду и являющийся частью документации, представляемой на экологическую экспертизу.

Мегало́полис (мегаполис) – наиболее крупная форма расселения, образующаяся при срастании большого количества соседних городских агломераций.

Намечаемая хозяйственная и иная деятельность – деятельность, способная оказать воздействие на окружающую природную среду и являющаяся объектом экологической экспертизы.

Национальная процедура оценки возможного воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности воздействия на окружающую среду – проведение оценки воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и экологической экспертизы документации, обосновывающей намечаемую хозяйственную и иную деятельность.

Неофиты – сорные растения, занесенные непреднамеренно человеком или мигрировавшие сами в местную флору в сравнительно недавнее историче-

ское время (например, элодея занесена в Европу из Северной Америки в середине XIX в.) и интегрировавшиеся в данные экосистемы. Встречаются главным образом в нарушенных биотопах. Понятие неофиты чаще всего связано с хозяйственной деятельностью человека.

Норматив допустимой антропогенной нагрузки – это такая величина антропогенного воздействия на конкретную территорию, которая должна гарантировать сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и рассчитаны на соблюдение нормативов качества окружающей среды: нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду; нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов; нормативы допустимых физических воздействий; нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение; нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды.

Нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды установлены в соответствии с ограничениями объема их изъятия в целях сохранения природных и природно-антропогенных объектов, обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем и предотвращения их деградации. Они устанавливаются в соответствии с законодательством о недрах, земельным, водным, лесным законодательством, законодательством о животном мире и иным законодательством в области охраны окружающей среды.

Нормативы ПДК химических, иных веществ и микроорганизмов – это нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов в окружающей среде и несоблюдение которых может привести к загрязнению окружающей среды, деградации естественных экологических систем.

Нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении нормативов качества окружающей среды и нормативов допустимого воздействия на нее. Они разрабатываются, утверждаются и вводятся в действие на основе современных достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов.

Обоснование технико-экономическое (ТЭО): а) элемент системы подготовки и принятия решений о развитии хозяйственной деятельности; б) предплановый и предпроектный обосновывающий документ, содержащий исчерпывающую информацию об объекте и намечаемой деятельности.

Общественные обсуждения – комплекс мероприятий, проводимых в рамках оценки воздействия в соответствии с нормативными документами, направленных на информирование общественности о намечаемой хозяйственной и иной деятельности и ее возможном воздействии на окружающую среду, с целью выявления общественных предпочтений и их учета в процессе оценки воздействия.

Особая чувствительность территории – качества окружающей среды, изменение которых, независимо от соблюдения природоохранных норм и правил, вызовут негативные последствия.

Оценка воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду – процесс, способствующий принятию экологически ориентированного управленческого решения о реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности посредством определения возможных неблагоприятных воздействий, оценки экологических последствий, учета общественного мнения, разработки мер по уменьшению и предотвращению воздействий.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС): а) определение и прогноз масштабов, характера, опасности для здоровья населения и состояния компонентов природной среды, ближайших и долгосрочных экологических, социальных и экономических последствий совокупности всех видов потенциального техногенного влияния проектируемого объекта; б) метод проектной работы; в) средство самооценки действий заказчика по отношению к окружающей среде; г) инструмент экспертной деятельности; д) способ обоснования возможности осуществления деятельности, которая внесет изменения в состояние окружающей среды; е) средство для понимания экологических и других связанных с ними последствий реализации проекта развития хозяйственной и иной деятельности; ж) инструмент принятия решений через понимание экологических последствий их реализации.

Оценка уровня экологического благополучия городской среды проводится по совокупности медико-демографических, санитарно-гигиенических и экономических показателей. Учитывается качественное состояние здоровья населения, природной и искусственной среды. Существует два варианта оценки: определение балльного показателя экологического благополучия и расчет индекса устойчивого развития города.

Права граждан в области экологической экспертизы – возможность получения информации и участия в обсуждении намечаемой деятельности и т.д.

Природная среда города – атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы, грунты, солнечный свет. Это компоненты среды обитания, без которых жизнь человека и других организмов невозможна.

Проектная документация: а) совокупность проектных решений, реализация которых позволит достичь поставленных заказчиком перед собой целей; б) оформление процесса подготовки решений для обеспечения возможности соответствующим лицам их принять.

Рудеральные растения – мусорные растения, произрастают около строений, на пустырях, вдоль путей сообщения и на тому подобных вторичных (но не полевых - пашенных) местообитаниях. Как правило, являются нитрофилами. Нередко имеют различные приспособления, позволяющие им избегать уничтожения человеком и животными (невзрачный вид, ядовитые вещества, шипы, жгучие волоски и пр.). Среди рудеральных растений – лопух войлочный (*Arctium lappa*), виды крапивы (например *Urtica dioica*) и др. Вместе с сеgetальными растениями составляют группу сорных растений.

Сапробность – физиолого-биохимические свойства организма (сапробионта), обуславливающие его способность обитать в воде с тем или иным содержанием органических веществ, поступающих в водоемы преимущественно с хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Синантропны организмы – виды, нашедшие близ жилья человека особо благоприятные для себя условия обитания. Синантропные организмы делят на облигатные, или обязательные (крысы, клопы, тараканы, домовая мышь, кошка, собака и др.), тесно связанные с человеком и за его поселениями обычно не встречающиеся, и факультативные, или возможные (птицы отрядов воробьиных и куриных, обыкновенная полевка и др.), которые слабее связаны с человеком, живут в посадках, посевах. К синантропным растениям относятся многие сорняки и растения, культивируемые человеком.

Синурбизация – качественные изменения в биологии, экологии и этологии видов, происшедшие вследствие жизни в урбанизированной среде.

Техногенный фактор – влияние, оказываемое промышленной деятельностью на организмы, биогеоценоз, ландшафт, биосферу (в отличие от естественных, или природных факторов). Техногенный фактор обуславливает возникновение и развитие техногенеза.

Трофическая цепь – цепь питания, взаимоотношения между организмами при переносе энергии пищи от ее источника (зеленого растения) через ряд организмов, происходящий путем поедания одних организмов другими из более высоких трофических уровней.

Убиквисты – виды растений и животных с широкой экологической валентностью; способны существовать в разнообразных условиях среды, имеют обширные ареалы (например, тростник обыкновенный, волк).

Урбанизация. 1. Рост и развитие городов, увеличение удельного веса городского населения в стране, регионе, мире. 2. Приобретение сельской местно-

стью внешних и социальных черт, характерных для города. 3. Процесс повышения роли городов в развитии общества.

Устойчивое развитие городских поселений – это развитие территорий и поселений при осуществлении градостроительной деятельности в целях обеспечения градостроительными средствами благоприятных условий проживания населения, в том числе ограничения вредного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду и ее рациональное использование в интересах настоящего и будущего поколений. Создание благоприятных условий жилой среды включает эффективное функционирование систем жизнеобеспечения города.

Устойчивость территории к физическим нагрузкам характеризует сопротивляемость ландшафта к физическим антропогенным нагрузкам (воздействие застройки, транспорта, инженерной инфраструктуры, рекреационных зон и т.п.).

Учет экологического фактора (УЭФ) – совокупность требований природоохранительного законодательства Российской Федерации к условиям размещения и функционирования проектируемого промышленного объекта, рассматриваемого как составная часть природноантропогенной системы с целью обеспечения экологической безопасности его эксплуатации, рационального использования природных ресурсов с учетом особенностей экологической обстановки и ресурсного потенциала территории, попадающей в зону антропогенного влияния.

Фауна – исторически сложившаяся совокупность всех видов животных, обитающих на определенной территории или акватории. Термин применяется и к совокупности животных каких-либо систематических категорий (фауна птиц – орнитофауна, фауна рыб, фауна амфибий и т.п.), а также к животным, объединенным общностью местообитания (лесная фауна, почвенная фауна).

Флора – исторически сложившаяся совокупность всех видов растений на данной территории (акватории). Различают флоры отдельных континентов, морей, океанов, озер, рек, стран, регионов и т.д.

Экологическая емкость территории – это способность поглощать посторонние вещества и энергию без существенного изменения параметров окружающей среды. Определяется как плотность биомассы представителей животного и растительного мира на единицу территории с учетом оптимального состава и численности для данного природно-географического района. Экосистема тем устойчивее к неблагоприятным антропогенным воздействиям, чем полнее ее видовой состав, то есть чем больше ее биоразнообразие.

Экологическая оценка – это процесс систематического анализа и оценки экологических последствий намечаемой деятельности, консультаций с заинтере-

ресованными сторонами, а также учет результатов этого анализа и консультаций в планировании, проектировании, утверждении и осуществлении данной деятельности.

Экологическая экспертиза – установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

Экологический контроль осуществляется за источниками загрязнения, а также за загрязнением и состоянием окружающей среды на территории города. Контроль основан на данных экологического мониторинга.

Экологическое обоснование – это совокупность доводов (доказательств) и научных прогнозов, позволяющих оценить экологическую опасность намечаемой градостроительной, строительной, хозяйственной и иной деятельности.

Экологическое равновесие – это динамическое состояние природной среды, при котором она устойчиво функционирует. При этом основными функциями природной среды будут функции самовосстановления и самоочищения. Экологическое равновесие населенных мест сохраняется при допустимых антропогенных нагрузках, не превышающих емкость территории. При этом определяющими являются: репродуктивная способность территории, ее экологическая емкость, геохимическая и биохимическая активность, устойчивость территорий к физическим нагрузкам.

Эксплеренты (наполняющие) – виды, способные быстро появляться там, где нарушены коренные сообщества – на вырубках и гарях (осины), на отмелях и т.д.

Для заметок

Таллер Евгений Борисович

Оценка воздействия городской инфраструктуры и строительства на биоту

Учебное пособие

Издается в редакции составителей.

Корректурa И.И. Прохоровой.

Подписано в печать 28.12.2015 г. Формат 60x90/8.

Усл. печ. л. Тираж 200 экз. Заказ 57625.

Гарнитура Times New Roman

ООО «Скрипта манент», 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 8

Отпечатано в ООО «Сам Полиграфист»
г. Москва, Протопоповский пер., д. 6