

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Н. Р. Ахмедова**

**ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И  
ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,  
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки  
20.03.01 Техносферная безопасность

Калининград  
2025

УДК 504.06:658.2

Рецензент

доктор технических наук, профессор кафедры техносферной безопасности и природообустройства ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» В.А. Наумов

**Ахмедова, Н. Р.**

Технологии оценки состояния окружающей среды и техногенных объектов: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / **Н. Р. Ахмедова.** – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 39 с.

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал содержит методические материалы по изучению дисциплины, которые включают тематический план занятий, рекомендуемую литературу. В пособии изложены методические рекомендации по выполнению студентами самостоятельной работы, указаны оценочные средства и критерии оценивания.

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «КГТУ» 18 августа 2025 г., протокол № 7

УДК 504.06:658.2

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2025 г.  
© Ахмедова Н.Р., 2025 г.

## Содержание

Введение .....	4
Тематический план занятий .....	8
Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы студентов.....	29
Рекомендуемая литература.....	31
Приложение А. Типовые тестовые задания для проведения аттестации.....	32
Приложение Б. Основные термины и определения.....	36

## Введение

Дисциплина «Технологии оценки состояния окружающей среды и техногенных объектов» входит в состав основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Целью освоения дисциплины является формирование навыков выполнения мониторинга, оценки и прогнозирования рисков природного и техногенного характера. В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду;

- методы, приборы и системы контроля состояния среды обитания и техносферы;

- основные методы определения уровня негативного воздействия на человека и природную среду;

уметь:

- идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их проявления;

- пользоваться современными приборами контроля среды обитания и техносферы;

- использовать методы определения уровня допустимых вредных воздействий;

владеть:

- навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде, в том числе с использованием современной измерительной техники по основным компонентам загрязнений;

- методами оценки состояния окружающей среды и техногенных объектов;

- методами определения факторов риска природного и техногенного характера.

Дисциплина формирует у студентов базовые компетенции, необходимые для успешного освоения последующих дисциплин профессионального модуля. Полученные знания и практические навыки в области мониторинга, анализа и интерпретации данных о состоянии окружающей среды и техногенных объектов являются основой для эффективного прохождения учебной и производственной практики, а также для выполнения выпускной квалификационной работы.

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Технологии оценки состояния окружающей среды и техногенных объектов» предусмотрены практические занятия.

С целью систематической оценки уровня освоения студентом учебной дисциплины в ходе образовательного процесса проводится текущая аттестация. Она позволяет своевременно выявить степень усвоения теоретических знаний, практических навыков и сформированности компетенции, предусмотренной образовательной программой. Текущая аттестация способствует мотивации учебной деятельности, обеспечивает обратную связь между преподавателем и обучающимся, а также даёт возможность скорректировать процесс обучения при выявлении пробелов в знаниях. Результаты текущей аттестации учитываются при допуске к промежуточной аттестации.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов (Приложение А);
- задания для выполнения контрольной работы для студентов заочной формы обучения.

Тестовые задания по дисциплине осуществляются по системе зачтено/ не зачтено («зачтено» – 41-100 % правильных ответов; «не зачтено» – менее 40 % правильных ответов) или пятибалльной системе (оценка «неудовлетворительно» - менее 40 % правильных ответов; оценка «удовлетворительно» - от 41 до 60 % правильных ответов; оценка «хорошо» - от 61 до 80 % правильных ответов; оценка «отлично» - от 81 до 100 % правильных ответов).

Тестовые задания открытого типа оцениваются по системе «зачтено/ не зачтено». Оценивается верность ответа по существу вопроса, при этом не учитывается порядок слов в словосочетании, верность окончаний, падежи.

Контрольная работа выполняется индивидуально по вариантам. Исходные материалы для выполнения работы и методические указания размещены в ЭИОС. Контрольная работа предусматривает ответы на два теоретических вопроса и выполнение практического задания. Выполненная контрольная работа представляется для проверки на кафедру техносферной безопасности и природообустройства не позднее, чем за неделю до даты проведения промежуточной аттестации по дисциплине. После проверки контрольная работа допускается к защите или отправляется на доработку. Если работа отправляется на доработку, следует устранить все замечания, указанные преподавателем, и повторно сдать её на проверку.

Если контрольная работа допускается к защите, студент должен быть готовым дать все необходимые пояснения по расчетам и содержанию работы. По результатам защиты выставляется оценка, при этом учитываются правильность выполнения заданий, оформление работы, а также качество защиты. Контрольная работа оценивается по системе «зачтено / не зачтено».

«Зачтено» выставляется при условии полного и логически обоснованного выполнения всех заданий, корректного использования теоретических

положений, правильного применения расчетных формул (при наличии), отсутствия грубых ошибок и соответствия работы предъявляемым методическим требованиям; если в ходе защиты студент уверенно отвечает на вопросы, связанные с содержанием работы, и аргументирует принятые решения.

«Не зачтено» выставляется в случае, если работа выполнена не полностью, содержит существенные теоретические или методологические ошибки, выполнена с нарушением требований к оформлению или не демонстрирует освоение ключевых компетенций, предусмотренных дисциплиной, имеются признаки неправомерного использования источников; неудовлетворительных ответов на вопросы при защите.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технологии оценки состояния окружающей среды и техногенных объектов» проводится в форме экзамена.

Система оценивания результатов экзамена включает в себя следующие оценки: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии выставления оценки представлены в таблице 1.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации относятся:

- экзаменационные задания по дисциплине, представленные в виде заданий закрытого и открытого типов.

Условия допуска к экзамену для студентов:

1. Выполненные и защищенные в полном объеме практические работы, предусмотренные программой.
2. Выполненный на оценку «зачтено» тест.
3. Выполненная и защищенная на оценку «зачтено» контрольная работа (для студентов заочной формы обучения).

Порядок и правила выставления экзамена по дисциплине преподаватель сообщает обучающимся в начале учебного семестра.

Таблица 1 – Система и критерии оценивания

Система оценок	2	3	4	5
	0-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект

	которых может связывать между собой)			
<b>Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематически и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

## Тематический план занятий

### Тема 1. Введение в дисциплину. Общие сведения

*Ключевые вопросы темы:*

1. Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины.

2. Биосфера и техносфера. Антропогенное воздействие на окружающую среду. Техногенные объекты. Основные цели и задачи оценки состояния окружающей среды и техногенных объектов.

3. Мониторинг, виды мониторинга. Принципы построения систем мониторинга: системность, непрерывность, достоверность, репрезентативность. Этапы проведения мониторинговых исследований. Роль мониторинга в системе управления техносферной безопасностью и предупреждении чрезвычайных ситуаций. Международный опыт организации экологического мониторинга.

4. Основные компоненты экосистемы, подлежащие контролю: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почва, биота.

*Методические рекомендации по изучению темы:*

Ключевые вопросы данной темы закладывают основу для понимания всего курса «Технологии оценки состояния окружающей среды и техногенных объектов» и помогают сформировать целостное представление о роли мониторинга в обеспечении экологической и техносферной безопасности.

Изучение темы рекомендуется начать с чёткого усвоения ключевых понятий: *биосфера, техносфера, антропогенное воздействие*. Далее следует рассмотреть особенности взаимодействия биосферы и техносферы, а также его последствия для состояния окружающей среды и устойчивости природных систем.

При рассмотрении второго ключевого вопроса необходимо изучить основные виды воздействия на окружающую среду: физическое, химическое, биологическое, механическое. Обратите внимание на глобальные и локальные последствия антропогенного воздействия:

- глобальные: изменение климата, разрушение озонового слоя, кислотные дожди, парниковый эффект;

- локальные: загрязнение водных объектов, деградация почв, шумовое загрязнение городов и др.

При изучении данного вопроса можно воспользоваться схемой форм загрязнений по Н.Ф. Реймерсу (рисунок 1). Также рекомендуется проанализировать конкретные кейсы, отражающие масштабы антропогенного воздействия, такие как аварии на промышленных объектах, урбанизация, интенсивное сельское хозяйство.

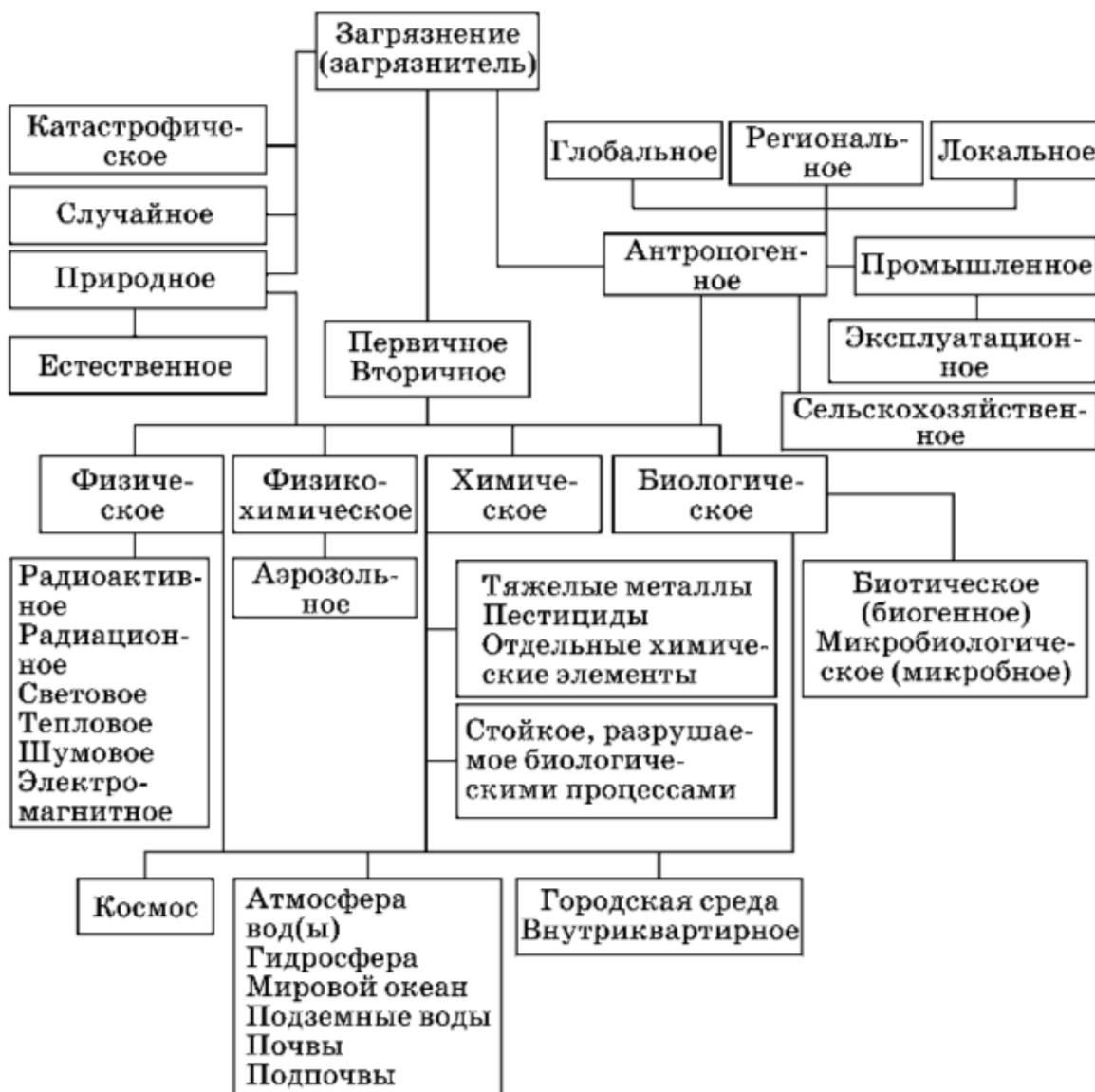


Рисунок 1 – Схема форм загрязнений по Н.Ф. Реймерсу

Изучение техногенных объектов и их влияния на природную среду является ключевой задачей в области техносферной безопасности и экологического менеджмента. Понимание особенностей функционирования этих объектов позволяет разрабатывать эффективные системы предотвращения аварий и минимизации их последствий.



*Техногенные объекты – это сооружения, установки и системы, созданные человеком, которые при нарушении нормальных условий функционирования могут стать источниками чрезвычайных ситуаций и негативного воздействия на окружающую среду.*

Для систематизации знаний о техногенных объектах рекомендуется использовать следующие классификационные признаки:

1) по отраслевому признаку: промышленные объекты, транспортные системы, энергетические комплексы, объекты коммунального хозяйства и др.;

2) по степени потенциальной опасности: объекты I, II и III классов опасности в соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;

3) по виду потенциальной опасности: объекты с химической, радиационной, пожарной, взрывной опасностью и др.;

4) по типу воздействия на окружающую среду: объекты, загрязняющие атмосферный воздух, водные объекты, почву, создающие шумовое, тепловое, электромагнитное воздействие.

При изучении техногенных объектов важно рассмотреть исторические примеры катастроф, чтобы понять потенциальные риски и последствия нарушений в работе таких объектов. Анализ реальных случаев позволяет выявить причины аварий, оценить их последствия и разработать меры по предотвращению подобных ситуаций в будущем.

Изучение следующего ключевого вопроса темы направлено на формирование целостного представления о назначении, структуре и функциях экологического мониторинга как ключевого инструмента обеспечения безопасности техносферы.



*Объект мониторинга – природный, техногенный или природно-техногенный объект или его часть, в пределах которого по определенной программе осуществляются регулярные наблюдения за окружающей средой с целью контроля за ее состоянием, анализа происходящих в ней процессов, выполняемых для своевременного выявления и прогнозирования их изменений и оценки.*

Для эффективного усвоения материала рекомендуется начать с анализа основных целей и задач экологического мониторинга, изучить его классификацию по различным признакам (по масштабу; по объекту; по цели). Особое внимание следует уделить производственному мониторингу, проводимому на объектах хозяйственной деятельности.

Чтобы понять, насколько эффективен мониторинг, необходимо усвоить ключевые принципы:

- 1) системность;
- 2) непрерывность;
- 3) достоверность;
- 4) репрезентативность.

Далее рекомендуется подробно изучить последовательность этапов мониторинговых исследований:

- планирование программы наблюдений (выбор объектов, точек отбора проб, периодичности);

- отбор проб (воздуха, воды, почвы, биоматериалов) в соответствии с ГОСТ, РД и методическими указаниями;
- лабораторный анализ с использованием химических, физических и биологических методов;
- обработка и интерпретация данных (расчёт индексов загрязнения, сравнение с нормативами);
- подготовка отчёта и принятие управленческих решений.

Следует обратить внимание на то, что мониторинг является основой для раннего выявления экологических угроз, оценки рисков аварий на опасных производственных объектах, разработки мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обоснования проектных решений.

Для расширения кругозора рекомендуется ознакомиться с системами мониторинга в других странах. Примеры: в Австралии система ЕСО Environmental; Европейское агентство по окружающей среде (ЕАОС) - интегрированная сеть наблюдений; Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) — глобальный мониторинг климата и биоразнообразия; Национальная система мониторинга окружающей среды (НСМОС) в Беларуси.

Для формирования навыков проведения оценки состояния окружающей среды необходимо рассмотреть четыре ключевых компонента природной среды (атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почву, биоту) и показатели, по которым оценивается их состояние.

✎ *Вопросы для самопроверки по теме:*

1. Дайте определение понятиям «биосфера» и «техносфера». В чём основные различия между этими понятиями и как они взаимодействуют в современных условиях?

2. Что такое техногенные объекты? Приведите классификацию техногенных объектов по степени потенциальной опасности и объясните, какие факторы определяют их опасность для окружающей среды.

3. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные виды мониторинга окружающей среды.

4. Опишите основные этапы проведения мониторинговых исследований. Как эти этапы связаны между собой и как они влияют на качество конечных результатов?

5. Какую роль играет мониторинг в системе управления техносферной безопасностью? Приведите конкретные примеры того, как данные мониторинга могут быть использованы для предотвращения чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

6. Какие нормативные документы регулируют организацию экологического мониторинга в Российской Федерации?

7. Основные цели и задачи оценки состояния окружающей среды и техногенных объектов.

 *Задание по теме:*

Проанализируйте отчёт о состоянии окружающей среды (например, от Министерства природных ресурсов и экологии Калининградской области <https://ecatk.ru/gosudarstvennoe-zadanie/doklad-ob-ekologicheskoy-obstanovke-v-kaliningrade/>).

## **Тема 2. Методы и инструменты оценки состояния компонентов экосистемы**

*Ключевые вопросы темы:*

1. Технологии оценки качества атмосферного воздуха: методы отбора проб, анализ загрязняющих веществ.
2. Методы контроля состояния поверхностных и подземных вод: гидрохимический и гидробиологический анализ.
3. Технологии оценки состояния почв: методы определения загрязнения, эрозии, деградации.
4. Методы биомониторинга. Использование биоиндикаторов для оценки состояния экосистем.
5. Современные аналитические методы в экологическом контроле.

*Методические рекомендации по изучению темы:*

Изучение методов и инструментов оценки состояния компонентов экосистемы является основополагающим для понимания современных подходов к мониторингу окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. Эти знания позволяют не только оценивать текущее состояние природной среды, но и прогнозировать потенциальные риски, разрабатывать меры по предотвращению и минимизации негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду.

*Технологии оценки качества атмосферного воздуха.* Изучение этого вопроса рекомендуется начать с ознакомления с классификацией загрязняющих веществ и их источников.



*Атмосферный воздух – жизненно важный компонент окружающей среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений.*

Обратите внимание на различия между стационарными и передвижными источниками загрязнения, а также на особенности распространения загрязняющих веществ в атмосфере.



*Стационарный источник – источник выброса, местоположение которого определено с применением единой государственной системы координат или который может быть перемещен посредством передвижного источника.*

*Передвижной источник – транспортное средство, двигатель которого при его работе является источником выброса.*

При рассмотрении методов отбора проб важно усвоить следующее:

- принципы выбора точек наблюдения (в зависимости от типа источника загрязнения);
- методы активного и пассивного отбора проб;
- особенности отбора проб для различных классов загрязняющих веществ (твердые частицы, газы, аэрозоли).

При изучении анализа загрязняющих веществ сосредоточьтесь на следующих методах:

- газовая хроматография для определения органических соединений;
- масс-спектрометрия для идентификации и количественного анализа;
- спектрофотометрия для определения оксидов азота, серы и других газов;
- гравиметрический метод определения взвешенных частиц.

Рекомендуется проанализировать схему организации системы мониторинга атмосферного воздуха, включающую этапы отбора проб, лабораторного анализа, обработки данных и принятия решений. Для лучшего понимания материала изучите конкретные примеры, например, методы оценки качества воздуха в крупных промышленных городах или в зонах влияния автомобильных магистралей.

*Методы контроля состояния поверхностных и подземных вод.* При изучении этого вопроса необходимо обратить внимание на различия в методах контроля поверхностных и подземных вод. Для поверхностных вод особое значение имеют гидрологические условия (течение, глубина и ширина водного объекта), тогда как для подземных вод критически важны геологические особенности региона.



*Поверхностные водные объекты – моря или их отдельные части (проливы, заливы, в т. ч. бухты, лиманы и др.); водотоки (реки, ручьи, каналы); водоемы (озера, пруды, обводненные карьеры. водохранилища); болота; природные выходы подземных вод (родники, гейзеры); ледники, снежники.*

*Подземные водные объекты – бассейны подземных вод; водоносные горизонты.*

Рекомендуется последовательно освоить:

- методы отбора проб воды (поверхностные, глубинные, точечные, интегральные);
- гидрохимический анализ (определение рН, жесткости, содержания органических и неорганических веществ, биогенных элементов);
- гидробиологический анализ (оценка биоразнообразия, индекс биотических изменений, анализ бентофауны и зоопланктона).

Особое внимание следует уделить методам оценки экологического состояния водных объектов по биологическим показателям. Для практического применения рекомендуется изучить шкалу трофического состояния озёр (TSI и др.) и методику оценки качества воды по биологическим индикаторам (например, метод Вудивисса, индекс Майера, индекс BMWP и др.).

При анализе данных мониторинга воды важно понимать взаимосвязь между гидрохимическими и гидробиологическими показателями, а также их зависимость от антропогенного воздействия. Рекомендуется рассмотреть конкретные примеры загрязнения водных объектов и методы их оценки, например последствия промышленных сбросов или сельскохозяйственного загрязнения.

*Технологии оценки состояния почв.* Изучение методов оценки состояния почв рекомендуется начинать с понимания особенностей почвенного покрова как сложной биогеохимической системы. Обратите внимание на классификацию почв по различным признакам (механический состав, кислотность, гумусовое состояние) и их влияние на методы оценки.



*Почва – самостоятельное естественно-историческое органоминеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия.*

При изучении данного вопроса подробно изучите:

- методы отбора проб (сплошной, выборочный, случайный, «метод конверта»);
- методы химического анализа почв (определение содержания тяжелых металлов, пестицидов, нефтепродуктов);

- методы анализа физических свойств почвы (определение плотности, структуры, водопроницаемости).

При изучении оценки эрозии и деградации почв важно усвоить следующее:

- методы полевого определения степени эрозии (визуальная оценка, измерение глубины эрозионных форм, метод шпилек и др.);

- дистанционные методы (использование спутниковых снимков, ГИС-анализ);

- методы оценки плодородия почв (содержание гумуса, доступных форм питательных веществ).

Рекомендуется проанализировать схему комплексной оценки состояния почв, включающую этапы отбора проб, лабораторного анализа, интерпретации данных и разработки рекомендаций. Для лучшего понимания материала изучите конкретные примеры оценки состояния почв в различных ландшафтных условиях.

*Методы биомониторинга.* При изучении методов биомониторинга рекомендуется начать с понимания принципов выбора биоиндикаторов и их классификации. Обратите внимание на различия между:

- биоиндикаторами состояния окружающей среды (реагирующими на изменения);

- биоиндикаторами загрязнения (специфически реагирующими на определенные загрязняющие вещества);

- биоиндикаторами устойчивости экосистем (по скорости развития, структуре и благополучию отдельных популяций).

Следует рассмотреть методы использования различных групп организмов в качестве биоиндикаторов:

- растения (лишайники, мох, высшие растения);

- беспозвоночные (насекомые, моллюски, дождевые черви);

- позвоночные (рыбы, птицы, млекопитающие).

Особое внимание следует уделить современным подходам к биомониторингу:

- использование биотических индексов/идентификаторов (индекс видового биоразнообразия, хирономидный индекс Балушкиной и др.);

- методы биотестирования (тесты на токсичность, мутагенность, генотоксичность и др.).

Рекомендуется рассмотреть конкретные примеры применения биомониторинга в различных экосистемах, например использование мхов для оценки загрязнения тяжёлыми металлами или рыб для мониторинга водных экосистем; биомониторинг атмосферного воздуха с помощью берёзы повислой (*Betula pendula*).

*Современные аналитические методы в экологическом контроле.* При изучении современных аналитических методов рекомендуется сосредоточиться на принципах их работы, преимуществах и ограничениях. Обратите внимание на:

- спектральные методы (атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия, ИК-спектроскопия);
- хроматографические методы (газовая, жидкостная, ионная/ионообменная хроматография);
- электрохимические методы (потенциометрия, вольтамперометрия);
- масс-спектрометрия и её сочетание с другими методами (ГХ-МС, ЖХ-МС).



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

Важно понимать, как современные технологии (ГИС, дистанционное зондирование, сенсорные технологии) интегрируются в системы экологического мониторинга. Рассмотрите примеры автоматизированных систем мониторинга, включающих датчики, беспилотные летательные аппараты и системы обработки больших данных.

 *Вопросы для самопроверки по теме:*

1. Какие основные методы отбора проб воздуха существуют и в чём их преимущества и недостатки?
2. В чём разница между гидрохимическим и гидробиологическим анализом воды? Приведите примеры показателей, определяемых каждым из этих методов.
3. Какие методы используются для оценки степени эрозии почв?
4. Какие организмы чаще всего используются в качестве биоиндикаторов и почему?
5. В чём преимущества и недостатки масс-спектрометрии по сравнению с другими аналитическими методами экологического контроля?
6. Как современные информационные технологии (ГИС, дистанционное зондирование) интегрируются в системы экологического мониторинга?

7. Какие нормативные документы регулируют методы оценки состояния компонентов экосистемы в Российской Федерации?

✎ *Задание по теме:*

Разработайте программу мониторинга для конкретного участка территории (например, промышленной зоны, заповедника или сельскохозяйственного региона), указав:

- объекты мониторинга;
- методы отбора проб и анализа;
- периодичность наблюдений;
- показатели, подлежащие контролю;
- необходимое оборудование и ресурсы.

### **Тема 3. Оценка состояния техногенных объектов**

*Ключевые вопросы темы:*

1. Методы диагностики технического состояния опасных производственных объектов.
2. Технологии оценки рисков аварий на техногенных объектах.
3. Применение цифровых технологий в мониторинге техногенных объектов.

*Методические рекомендации по изучению темы:*

Изучение темы рекомендуется начать с чёткого усвоения ключевых понятий: *опасный производственный объект, промышленная безопасность*. Далее следует рассмотреть особенности функционирования техногенных объектов, их классификацию и потенциальное воздействие на окружающую среду, а также методы оценки их состояния и безопасности.



*Опасный производственный объект (ОПО) – производственная площадка, отдельный производственный объект или несколько объектов, относящихся к одному производству, на котором осуществляется обращение с опасными веществами в количествах, превышающих предельно допустимые, и которые при нарушении нормального режима технологического процесса могут привести к аварии.*

*Методы диагностики технического состояния опасных производственных объектов.* При рассмотрении данного вопроса необходимо изучить основные методы диагностики технического состояния опасных производственных объектов. Обратите внимание на следующие аспекты:

- неразрушающий контроль (ультразвуковая, радиографическая, магнитная дефектоскопия);

- визуально-измерительный контроль;
- мониторинг в реальном времени с применением датчиков;
- методы оценки износа и остаточного ресурса оборудования.

При изучении методов диагностики важно рассмотреть их достоинства и ограничения, а также специфику применения в различных условиях. Анализ реальных случаев позволяет понять, как выбор метода диагностики влияет на своевременное выявление потенциальных аварийных ситуаций.

*Технологии оценки рисков аварий на техногенных объектах.* Изучение следующего ключевого вопроса темы направлено на формирование представления о технологиях оценки рисков аварий на техногенных объектах как основы для принятия решений в области промышленной безопасности.



*Промышленная безопасность опасных производственных объектов (промышленная безопасность, безопасность опасных производственных объектов) – состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий.*

Для эффективного усвоения материала рекомендуется начать с анализа основных понятий риска и опасности, изучить классификацию методов оценки рисков (качественные, количественные, смешанные). Особое внимание следует уделить таким методам, как HAZOP, FMEA, анализ дерева событий и дерева отказов.

Чтобы понять, как оцениваются риски аварий, необходимо усвоить ключевые принципы:

- системность оценки (учет всех возможных сценариев аварий);
- комплексность (анализ как вероятности аварии, так и ее последствий);
- достоверность исходных данных;
- сопоставимость результатов оценки для различных объектов.

Далее рекомендуется подробно изучить последовательность этапов оценки рисков аварий:

- идентификация опасностей и аварийных сценариев;
- анализ причин возникновения аварий;
- оценка вероятности реализации аварийных сценариев;
- оценка последствий аварий (человеческие, материальные, экологические);
- определение уровня риска и сравнение с допустимыми нормами;
- разработка рекомендаций по снижению риска.

Следует обратить внимание на то, что оценка рисков аварий является основой для принятия решений по обеспечению безопасности техногенных объектов, разработки планов локализации и ликвидации аварий, обоснования проектных решений и выбора приоритетов в проведении работ по модернизации оборудования.

*Применение цифровых технологий в мониторинге техногенных объектов.* Современные информационные технологии значительно повышают эффективность и точность мониторинга, позволяя оперативно выявлять потенциальные угрозы и принимать своевременные меры. Основные технологии, которые следует изучить:

- интернет вещей (IoT) – датчики для мониторинга параметров оборудования в реальном времени;
- беспилотные летательные аппараты (БПЛА) – для инспекции труднодоступных объектов и оценки масштабов загрязнения;
- геоинформационные системы (ГИС) – для пространственного анализа данных и визуализации зон воздействия;
- искусственный интеллект и машинное обучение – для прогнозирования отказов оборудования и анализа больших данных.

Для расширения кругозора рекомендуется ознакомиться с международным опытом оценки техногенных объектов. Примеры: система оценки рисков в Европейском Союзе (Seveso III Directive); американский подход к мониторингу опасных производственных объектов (EPA Risk Management Program); японские технологии предотвращения техногенных катастроф; швейцарская система оценки экологических рисков транспортной инфраструктуры.

 *Вопросы для самопроверки по теме:*

1. Какие основные методы диагностики технического состояния опасных производственных объектов существуют и в чём их преимущества и недостатки?
2. В чём разница между качественными и количественными методами оценки рисков аварий? Приведите примеры показателей, определяемых каждым из этих методов.
3. Какие цифровые технологии наиболее эффективны для мониторинга техногенных объектов и почему?
4. Какие нормативные документы регулируют методы оценки состояния техногенных объектов в Российской Федерации?
5. Как искусственный интеллект и машинное обучение могут применяться для прогнозирования отказов оборудования на опасных производственных объектах? Приведите примеры алгоритмов и их практического использования в промышленности.

6. Дайте определение опасного производственного объекта (ОПО) в соответствии с законодательством Российской Федерации и перечислите основные категории ОПО, относящихся к техногенным объектам.

7. В чём принципиальные различия между методами HAZOP и FMEA в контексте оценки рисков аварий? Для каких типов объектов и сценариев аварий наиболее применим каждый из этих методов?

#### **Тема 4. Экологический менеджмент и аудит**

*Ключевые вопросы темы:*

1. Системы экологического менеджмента: принципы построения, стандарты.

2. Экологический аудит: виды, этапы проведения и правовая основа.

3. Управление экологическими рисками: связь экологического менеджмента с промышленной и техносферной безопасностью.

4. Интеграция экологического менеджмента с системами охраны труда, контроля качества и управления безопасностью.

*Методические рекомендации по изучению темы:*

Изучение темы рекомендуется начать с понимания ключевых понятий: *экологический менеджмент, экологический аудит, экологический риск, устойчивое развитие, система экологического менеджмента (СЭМ)*. Эти термины являются основой для изучения более сложных аспектов управления природопользованием и охраной окружающей среды на предприятиях.



*Экологический риск – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.*



*Устойчивое развитие – развитие, удовлетворяющее потребностям настоящего времени, не ставя под угрозу возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности.*

*Системы экологического менеджмента: принципы построения, стандарты.* При изучении этого вопроса важно усвоить, что система экологического менеджмента – это структурированный подход к управлению экологическими аспектами деятельности организации. Следует обратить внимание на следующие аспекты:

### *Принципы построения системы экологического менеджмента:*

1) цикл PDCA (Plan-Do-Check-Act – «Планируй – делай – проверь – действуй») – основа для постоянного совершенствования. Цикл PDCA помогает находить и устранять проблемы, повышая стабильность и результативность работы;

2) вовлечение руководства и персонала;

3) учет экологических аспектов во всех процессах;

4) комплексный подход к оценке воздействия на окружающую среду;

5) постоянный мониторинг и повышение экологической эффективности.



*Экологический менеджмент – совокупность скоординированных видов деятельности организации, связанных с ее экологическими аспектами.*



*Экологический аспект – элемент деятельности организации, ее продукции или услуг, который взаимодействует или может взаимодействовать с окружающей средой*



*Система экологического менеджмента – часть системы менеджмента, используемая для управления экологическими аспектами, выполнения принятых обязательств и учитывающая риски и возможности.*

### *Международные и национальные стандарты:*

- ISO 14001:2015 – ключевой международный стандарт, определяющий требования к системам экологического менеджмента;

- EMAS (Схема экологического менеджмента и аудита) – добровольная система экологического менеджмента и аудита Европейского союза, более строгая по сравнению с ISO 14001;

- Национальные нормативы (в России – ГОСТ Р ИСО 14001, а также требования Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»).

Рекомендуется проанализировать структуру ISO 14001, включая контекст организации, лидерство, планирование, поддержку, оперативное управление, оценку результатов и совершенствование. Особое внимание следует уделить обязательным экологическим аспектам, целям и показателям экологической эффективности.

Экологический менеджмент – это не просто соблюдение норм, а стратегический инструмент повышения конкурентоспособности, репутации и устойчивости бизнеса в долгосрочной перспективе.

*Экологический аудит: виды, этапы проведения и правовая основа.* Экологический аудит является инструментом оценки эффективности

экологического менеджмента. При изучении этого вопроса следует рассмотреть виды и этапы проведения экологического аудита.

*Виды экологического аудита:*

Внутренний – проводится собственными силами или подрядной организацией для самоконтроля.

Внешний – проводится независимыми аудиторами, часто в рамках сертификации.

Комплексный – охватывает все аспекты экологической деятельности.

Целевой – фокусируется на конкретных процессах (например, обращение с отходами, выбросы в атмосферу).

Обязательный – проводится по решению и поручению государственных органов (суд, арбитраж, природоохранные органы).

Инициативный – предприятие в свободном порядке обращается за услугами аудирования и проводит проверку своей деятельности.



*Экологический аудит – независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем требований, в том числе нормативов и нормативных документов, федеральных норм и правил, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности.*

*Этапы проведения экологического аудита:*

- подготовка (определение целей, планирование, сбор документации);
- основной этап (обследование объектов, опрос персонала, отбор проб);
- анализ данных и выявление несоответствий;
- подготовка отчёта с рекомендациями;
- последующие действия (внедрение корректирующих мер, повторный аудит).

*Правовая основа:*

- в РФ: Федеральный закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
- в международной практике – директивы ЕС, рекомендации ООН и ЮНЕП.

Важно понимать, что экологический аудит не только выявляет нарушения, но и способствует повышению экологической ответственности и улучшению имиджа организации.

*Управление экологическими рисками: связь экологического менеджмента с промышленной и техносферной безопасностью.* Этот вопрос требует понимания взаимосвязи между экологическими рисками и безопасностью в техносфере. Следует рассмотреть методы управления рисками. Для

идентификации источников загрязнения в рамках управления рисками используются следующие методы: идентификация источников загрязнения; оценка масштаба и вероятности воздействия; разработка мер по предотвращению, контролю и ликвидации последствий.

Промышленная безопасность и техносферная безопасность тесно связаны с экологическим менеджментом: аварии на опасных производственных объектах могут привести к экологическим катастрофам (например, разливам нефти, выбросам токсичных веществ). Управление экологическими рисками включает в себя: прогнозирование аварийных ситуаций; разработку планов по локализации и ликвидации разливов; оценка уязвимости экосистем; создание систем раннего предупреждения. При изучении данного вопроса рекомендуется рассмотреть примеры аварий, в которых экологический менеджмент и аудит оказались недостаточными.

*Интеграция экологического менеджмента с системами охраны труда, контроля качества и управления безопасностью.* Современные организации стремятся к созданию интегрированных систем менеджмента, объединяющих экологический менеджмент (ISO 14001), охрану труда (ISO 45001), управление качеством (ISO 9001).

*Преимущества интеграции:*

- устранение дублирования процессов;
- повышение эффективности управления;
- упрощение документооборота и аудита;
- единая политика устойчивого развития.

При рассмотрении данного вопроса рекомендуется изучить: принципы построения интегрированных систем; совместимость требований различных стандартов; примеры успешной интеграции на предприятиях (например, в нефтегазовой отрасли, энергетике, химической промышленности).

Для лучшего понимания полезно проанализировать схему взаимодействия систем: как экологические аспекты влияют на безопасность труда, как контроль качества связан с ресурсосбережением и сокращением отходов.

✂ *Вопросы для самопроверки по теме:*

1. В чём заключается суть системы экологического менеджмента по стандарту ISO 14001? Какие основные компоненты включает в себя её структура?

2. Чем внутренний экологический аудит отличается от внешнего? Какие нормативные документы регулируют проведение экологического аудита в Российской Федерации?

3. Какие этапы включает в себя процесс проведения экологического аудита? Приведите примеры типичных несоответствий, выявляемых при аудите.

4. Как экологический менеджмент связан с управлением промышленными рисками? Приведите примеры аварий, в которых недостатки экологического менеджмента привели к экологическим последствиям.

5. Какие преимущества даёт интеграция экологического менеджмента с системами охраны труда и управления качеством? Какие международные стандарты лежат в основе такой интеграции?

6. Дайте определение экологического риска. Какие методы используются для его оценки (качественные, количественные)?

7. Назовите принципы построения системы экологического менеджмента.

✦ *Задание по теме:*

Для расширения кругозора ознакомьтесь с отчётами крупных компаний об устойчивом развитии (например, «Газпрома» <https://www.gazprom.ru/sustainability/sustainability-management/reports/>).

## **Тема 5. Практико-ориентированные темы для исследований**

*Ключевые вопросы темы:*

1. Оценка влияния транспортных потоков на качество атмосферного воздуха в городских условиях.

2. Мониторинг состояния водных ресурсов в условиях антропогенного воздействия.

3. Оценка экологического состояния промышленных зон с использованием биоиндикаторов.

4. Анализ рисков аварий на опасных производственных объектах и их последствий.

5. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в экологическом мониторинге.

6. Большие данные (Big Data) в системах оценки состояния окружающей среды.

7. Современные сенсоры и датчики для непрерывного мониторинга.

*Методические рекомендации по изучению темы:*

Изучение данной темы направлено на формирование у студентов навыков применения современных научных и технологических подходов к решению реальных экологических задач. Тема носит исследовательский и практико-ориентированный характер, поэтому рекомендуется сочетать теоретическое изучение с анализом конкретных кейсов, методов сбора и обработки данных, а также примеров внедрения цифровых решений в экологическую практику.

Основная цель – научиться формулировать экологическую проблему, выбирать адекватные методы её исследования, интерпретировать результаты и разрабатывать обоснованные рекомендации.

✎ Успешное исследование требует не только знания технологий, но и умения формулировать гипотезы, выбирать методы, интерпретировать результаты и делать практические выводы.

### *1. Оценка влияния транспортных потоков на качество атмосферного воздуха в городских условиях*

При изучении этого вопроса важно понимать, что автотранспорт является одним из основных источников загрязнения воздуха в городах. Рекомендуется: изучить методы оценки выбросов: моделирование, инструментальные измерения, расчёты по паспортным данным. Далее следует рассмотреть факторы, влияющие на уровень загрязнения: интенсивность движения, тип транспорта, качество топлива, метеоусловия, рельеф местности. Проанализировать методы мониторинга: стационарные посты, мобильные лаборатории, датчики (low-cost sensors). Обратите внимание на геоинформационные системы (ГИС) для визуализации зон повышенного загрязнения.

✎ *Задание по теме:*

На основе открытых данных (например, Росгидромета, Яндекс.Пробок) предложите модель оценки загрязнения воздуха в районе с высокой транспортной нагрузкой.

### *2. Мониторинг состояния водных ресурсов в условиях антропогенного воздействия*

Водные объекты (реки, озёра, подземные воды) подвергаются значительному воздействию со стороны промышленности, сельского хозяйства и жилищно-коммунального сектора. При изучении данного вопроса следует поработать с показателями качества воды: БПК, ХПК, содержанием тяжёлых металлов, нитратов, фосфатов, нефтепродуктов, микробиологическими показателями. Определить методы мониторинга: лабораторный анализ проб, дистанционное зондирование (спутниковые снимки), автоматические станции контроля. Рассмотрите основные источники загрязнения: хозяйственно-бытовые сточные воды, поверхностный сток, сбросы с промышленных предприятий. Проанализируйте нормативную базу: ПДК, ПДС, классы качества воды (ГОСТ, СанПиН).

✎ *Задание по теме:*

Изучите конкретный водный объект, соберите данные о его состоянии за последние пять лет, выявите динамику изменений и предложите меры по улучшению экологического состояния.

3. *Оценка экологического состояния промышленных зон с использованием биоиндикаторов.* Биоиндикация – это метод оценки состояния экосистем на основе реакции живых организмов на загрязнение. При разработке данной темы следует определить основные группы биоиндикаторов:

- лишайники и мхи – чувствительны к загрязнению воздуха;
- водные макробеспозвоночные (например, по индексу BMWP) — индикаторы качества воды;
- почвенные организмы (дождевые черви, коллемболы) могут служить индикаторами загрязнения в почвенной экосистеме;
- растения-индикаторы (например, хвощ полевой – накопитель тяжёлых металлов).

Можно воспользоваться такими методиками, как фитоиндикация, зооиндикация, биотестирование (на дафниях, рачках, семенах). Проанализируйте преимущества и недостатки биоиндикации.

✎ *Задание по теме:*

Предложите программу биомониторинга для промышленной зоны с использованием нескольких видов индикаторов и сравните результаты с данными инструментального анализа.

4. *Анализ рисков аварий на опасных производственных объектах и их последствий.* Этот вопрос требует объединения знаний в области промышленной безопасности и экологического менеджмента. Рекомендуется повторить понятия: ОПО, аварийный сценарий, зона поражения, экологический ущерб. Изучить более детально методы анализа рисков: HAZOP, FMEA, анализ дерева событий (ETA), анализ дерева отказов (FTA). Оценить последствия аварий: загрязнение почвы, воды, воздуха, эвакуация населения, экономические потери. Рассмотреть системы управления рисками: планы локализации и ликвидации аварий, системы раннего оповещения.

✎ *Задание по теме:*

Выберите реальный опасный производственный объект (например, нефтебазу, химический завод), разработайте сценарий возможной аварии, оцените зону воздействия и предложите меры по снижению риска.

5. *Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в экологическом мониторинге.* Современные технологии позволяют обрабатывать большие объёмы данных и прогнозировать экологические процессы. При изучении данного вопроса ознакомьтесь с алгоритмами машинного обучения, применяемыми в экологии:

- регрессионные модели (например, прогноз уровня загрязнения);
- нейронные сети (для распознавания закономерностей в данных);
- кластеризация (для выявления зон со схожим экологическим состоянием).

Изучите примеры применения для прогнозирования качества воздуха; обнаружения утечек нефти по спутниковым снимкам и др.

✎ *Задание по теме:*

Проанализируйте открытый проект, в котором ИИ используется для экологического анализа, и опишите его архитектуру и результаты.

6. *Большие данные (Big Data) в системах оценки состояния окружающей среды.* Big Data – это технологии сбора, хранения и анализа массивов разнородных данных в режиме реального времени. Доступность данных в реальном времени позволяет оперативно получать ответы на вопросы и ускорять принятие решений. При изучении данного вопроса изучите источники данных: датчики, спутники, социальные сети, метеостанции, отчёты предприятий. Далее ознакомьтесь с платформами и разберитесь в принципах обработки (поточная обработка, визуализация, интеграция данных из разных источников).

✎ *Задание по теме:*

Предложите концепцию информационной системы, использующей большие данные для комплексного мониторинга экологической обстановки в городе.

7. *Современные сенсоры и датчики для непрерывного мониторинга.* Датчики обеспечивают оперативную информацию о параметрах окружающей среды в режиме реального времени и используются для экологического контроля. При рассмотрении данного вопроса изучите различные типы датчиков (датчики газа; датчики частиц; датчики воды; акустические датчики; датчики на основе Интернета вещей). Обратите внимание на точность, стоимость, энергопотребление, устойчивость к внешним условиям. Рассмотрите сети датчиков: городские экосети (например, в Нижегородской области). Рассмотрите этические и правовые аспекты использования ИИ и датчиков (конфиденциальность, доступ к данным, ответственность за ошибки алгоритмов).

✎ *Задание по теме:*

Сравните характеристики коммерческих датчиков для мониторинга воздуха и предложите оптимальную конфигурацию для установки в парке или промышленной зоне (индустриальном парке).

✎ *Вопросы для самопроверки по теме:*

1. Какие методы используются для оценки влияния транспортных потоков на качество воздуха? В чём их преимущества и недостатки?

2. Как биоиндикаторы могут заменить или дополнить инструментальные методы мониторинга? Приведите примеры.

3. Какие этапы включает в себя анализ рисков аварий на опасных производственных объектах? Какие методы применяются для оценки последствий?

4. Как можно использовать искусственный интеллект для прогнозирования загрязнения воды? Приведите пример алгоритма.

5. В чём заключается роль больших данных в экологическом мониторинге? Какие платформы позволяют работать с большими объёмами экологических данных?

6. Какие типы датчиков наиболее эффективны для непрерывного мониторинга качества воздуха в городе? Как обеспечить их точность и надёжность?

7. Как можно объединить данные с датчиков, спутников и биоиндикаторов в единую систему экологического мониторинга?

✎ *Задание по теме:*

Ознакомьтесь с реальными кейсами внедрения цифровых технологий: «умными городами», экологическими платформами предприятий, проектами «зелёной цифровизации».

## **Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов является обязательной частью образовательного процесса и направлена на углубление теоретических знаний, развитие навыков анализа данных, формирование способности применять современные технологии мониторинга и управления рисками, а также на подготовку к выполнению учебных и исследовательских проектов и к профессиональной деятельности в сфере экологического контроля, безопасности и устойчивого развития.

Самостоятельная работа включает в себя следующие формы:

- подготовка к лекциям и семинарским занятиям (изучение рекомендованной литературы, нормативных документов, научных статей);
- выполнение индивидуальных и групповых заданий (расчёты, анализ данных, построение графиков, интерпретация результатов);
- подготовка докладов, презентаций по актуальным темам дисциплины;
- работа с программным обеспечением;
- анализ кейсов и реальных экологических ситуаций (аварии, загрязнение, внедрение технологий);
- участие в проектной деятельности (разработка программ мониторинга, экологических отчётов, предложений по улучшению состояния объектов);
- работа с открытыми данными.

Самостоятельная работа включает в себя не только углублённое изучение теоретических материалов, анализ данных и выполнение проектных заданий, но и подготовку к текущему и промежуточному контролю знаний, в том числе к тестированию и экзамену. Это предполагает повторение ключевых понятий, отработку типовых задач, решение тестовых заданий, систематизацию материала по темам курса и самопроверку с использованием контрольных вопросов и тестов. Эффективная подготовка к экзамену способствует закреплению компетенций и успешной демонстрации усвоенных знаний и умений.

При самостоятельном изучении темы рекомендуется использовать приложение Б, в котором приведены основные термины и их определения.

При освоении данной дисциплины студенты заочной формы обучения должны выполнить контрольную работу. При выполнении контрольной работы следует придерживаться следующих правил: 1) исходные данные должны полностью соответствовать варианту; 2) все решения необходимо сопровождать пояснениями и подробными вычислениями.

Самостоятельная работа – неотъемлемая часть освоения дисциплины. Она способствует развитию аналитического мышления, цифровой грамотности, экологической ответственности и профессиональной компетентности.

Активное использование современных технологий, работа с реальными данными и решение прикладных задач позволят вам не только успешно сдать курс, но и подготовиться к реальной профессиональной деятельности в области экологического мониторинга и управления техногенными рисками.

✎ Старайтесь видеть в каждом задании не просто «обязанность», а возможность применить знания для решения реальных проблем – это сделает обучение осмысленным и эффективным.

### Рекомендуемая литература

1. Аполлонский, С. М. Экологическая безопасность в окружающей среде: учебное пособие для вузов / С. М. Аполлонский. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 468 с.
2. Букин, А. В. Обследование и экологическая оценка территории: учебное пособие / А. В. Букин. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2023. – 142 с.
3. Ветошкин, А. Г. Основы инженерной экологии: учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 332 с.
4. Дмитренко, В. П. Управление экологической безопасностью в техносфере: учебное пособие / В. П. Дмитренко, Е. М. Мессинева, А. Г. Фетисов. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 428 с.
5. Дмитренко, В. П. Экологический мониторинг техносферы: учебное пособие / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, А. В. Черняев. – 2-е изд. испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 368 с.
6. Игнатъев, С. П. Экология техносферы: учебное пособие / С. П. Игнатъев. – Ижевск: УдГАУ, 2020. – 70 с.
7. Качор, О. Л. Экологическая безопасность: учебное пособие / О. Л. Качор, В. В. Трусова. – Иркутск: ИРНТУ, 2021. – 176 с.
8. Козлова, Н. М. Ноксология: учебное пособие / Н. М. Козлова. – Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2023. – 85 с.
9. Милованова, О. В. Ноксология: практикум: учебное пособие / О. В. Милованова, Н. С. Попов. – Тамбов: ТГТУ, 2021. – 84 с.
10. Токарева, О. Ю. Ноксология: учебное пособие / О. Ю. Токарева. – Чита: ЗабГУ, 2021. – 128 с. 4.
11. Титаренко, И. Ж. Ноксология: учебное пособие / И. Ж. Титаренко. – Калининград: КГТУ, 2014. – 170 с.

**Приложение А. Типовые тестовые задания для проведения аттестации**

1. Мониторинг состояния компонентов биологического разнообразия, включающий долгосрочные наблюдения за происходящими изменениями в состоянии биологического разнообразия, оценку и прогноз состояния биологического разнообразия - ... биологического разнообразия

**Ответ: производственный экологический мониторинг**

2. Выбор объекта ПЭМБР (производственного экологического мониторинга биологического разнообразия) и мест наблюдений (точек отбора проб, постов наблюдений) проводят с учетом:

**Ответ: сведений о фоновом загрязнении; природных и климатических особенностей района размещения объекта; размещения источников негативного воздействия на окружающую среду; видов и масштабов оказываемого негативного воздействия; экономической целесообразности использования метода; достоверности и надежности информации, получаемой конкретным методом.**

3. С помощью БПЛА можно определить нормализованный относительный индекс растительности, значение которого вычисляется по поглощению и отражению растениями лучей красной и ближней инфракрасной зоны спектра. Это индекс – индекс ...

**Ответ: NDVI**

4. В настоящее время выделяют два основных типа генетических исследований биоразнообразия (в дополнение к полевым методам исследований) (ГОСТ Р 70767-2023):

**Ответ: таргетированные (видоспецифичные) и семи-таргетированные (направленные на изучение целых сообществ)**

5. При проведении геоботанического обследования территории выполняют оценку численности особей/побегов популяции редких видов растений по интервалам от 1 до 2000 по шкале ...

**Ответ: обилия**

6. Загрязнение, возникающее в результате деятельности людей, в том числе их прямого и косвенного влияния на интенсивность природного загрязнения

**Ответ: антропогенное загрязнение**

7. Любой химический элемент и (или) его соединения, которые при попадании в окружающую среду способны создать опасность для жизни и здоровья граждан, экосистем, флоры и фауны

**Ответ: вредное вещество**

8. По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности (указать названия):

**Ответ: 1-й - вещества чрезвычайно опасные; 2-й - вещества высокоопасные; 3-й - вещества умеренно опасные; 4-й - вещества малоопасные**

9. Засорение среды агентами, оказывающими лишь механическое воздействие без физико-химических последствий (например, мусор)

**Ответ: механическое загрязнение**

10. Форма физического загрязнения окружающей среды, связанная с периодическим или продолжительным превышением уровня естественной освещенности местности, в том числе и за счет использования источников искусственного освещения

**Ответ: световое загрязнение**

11. Количество загрязняющего вещества, содержащегося в единице объема окружающей или природной сред, подвергнутых антропогенному воздействию

**Ответ: фоновая концентрация загрязняющего вещества**

12. Показатель загрязнения атмосферы совместно несколькими загрязняющими веществами - ... загрязнения атмосферы

**Ответ: комплексный показатель**

13. Загрязнение вод в результате поступления патогенных и санитарно-показательных микроорганизмов - ... загрязнение вод

**Ответ: микробное**

14. Ухудшение свойств и плодородия почвы в результате воздействия природных или антропогенных факторов - ... почвы

**Ответ: деградация**

15. Совокупность операций и правил, применяемых при контроле загрязнения окружающей среды, аттестованных или стандартизованных, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с известной погрешностью

**Ответ: методика выполнения измерений**

16. Анализ и оценка выбора методов и средств измерений, операций и правил проведения измерений и обработки их результатов с целью установления соответствия методики выполнения измерений предъявляемым метрологическим требованиям

**Ответ: метрологическая экспертиза методики выполнения измерений**

17. Определение нормированных точностных характеристик испытательного оборудования, их соответствия требованиям нормативно-технической документации и установление пригодности этого оборудования к эксплуатации

**Ответ: аттестация испытательного оборудования**

18. Объект или деятельность, которые самостоятельно или в комбинации с другими обладают возможностью вызывать повышение риска

**Ответ: источник риска**

19. Процедура предотвращения изменений качественного и количественного состава проб за период от момента завершения отбора до начала анализа

**Ответ: консервация проб**

20. Наименование, и/или адрес, и/или координаты, и/или другая идентификация объекта, на котором осуществляют отбор пробы

**Ответ: место отбора пробы**

13. Гидрометеорологическое или гелиогеофизическое явление, которое по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может

представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить значительный материальный ущерб

**Ответ: опасное природное явление**

22. Конкретные сооружения, устройства (для водных объектов - створ или вертикаль) в месте отбора проб, из которых осуществляется отбор пробы

**Ответ: точка отбора пробы**

23. На рисунке представлена графическая модель переменных и их причинно-следственных связей, выраженная с помощью вероятностей. Базовая сеть ... имеет переменные, представляющие неопределенности. Расширенная версия, известная как диаграмма влияния, включает переменные, представляющие неопределенности, последствия и действия. Данный метод применяется для идентификации и оценки риска, выбора между вариантами.

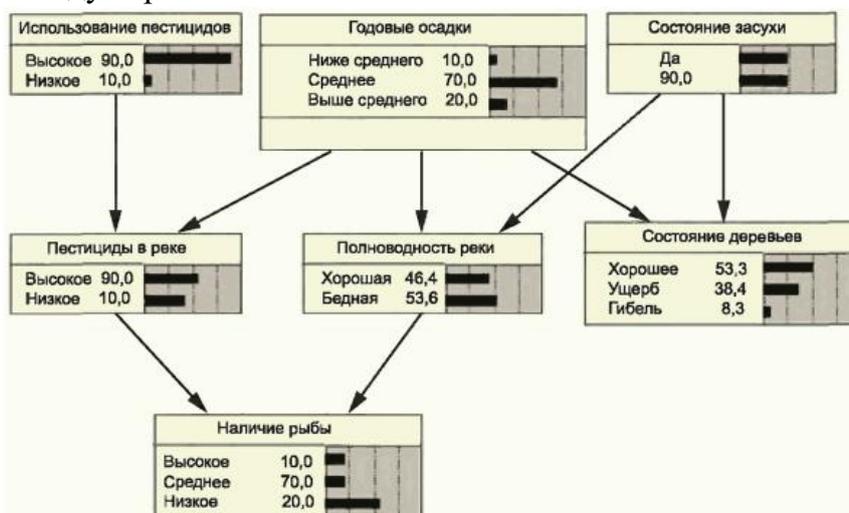


Рисунок – Модель, демонстрирующая упрощенную версию реальной экологической проблемы (ГОСТ Р 58771-2019)

**Ответ: Байеса**

24. Метод оценки рисков производственных процессов и технологических систем, при котором используется древовидное моделирование возможных решений и их последствий, а результаты обычно выражаются в денежном выражении или в форме выбранного наиболее выгодного решения. Данный метод рекомендуется применять в управлении риском проектных решений и в случаях, когда необходимо выбрать наилучший способ действий в ситуации неопределенности

**1. метод анализа «дерева решений»**

2. метод анализа уровней защиты (LOPA – Layers of Protection Analysis)

3. метод анализа сценариев

4. метод анализа влияния человеческого фактора (HRA - Human Reliability Assessment)

25. Способ консервации проб воды для определения водородного показателя (рН):

**1. без консервации**

2. замораживание до температуры минус 18 °С

3. охлаждение до температуры 2 °С - 10 °С

4. охлаждение до температуры 2 °С - 10 °С и хранение в темном месте

26. Критерии качества воды

1. экологический
2. экономический
3. гигиенический
4. рыбохозяйственный
5. санитарный

27. Разовая концентрация примеси в атмосферном воздухе - концентрация примеси в атмосферном воздухе, определяемая по пробе, отобранной ...

1. за 20-30-минутный интервал времени

2. в течение 5 минут
3. в течение 1 минуты
4. за 30-50-минутный интервал времени

28. В зависимости от числа измеряемых компонентов газовой смеси газоанализаторы подразделяют на:

1. одноканальные
2. многоканальные
3. автономные
4. газоанализаторы-преобразователи

29. Количество кислорода, потребляемое при химическом окислении содержащихся в воде органических и неорганических веществ под действием различных окислителей

1. ХПК
2. БПК
3. окисляемость
4. растворенный кислород

30. Установление соответствия. Технологии и индикативные характеристики, используемые при оценке рисков (ГОСТ Р 58771-2019)

Метод		Описание метода	
1	Мозговой штурм	а	Техника, используемая в рабочих группах для поощрения творческого мышления. Применяется для выявления взглядов
2	Анализ перекрестного влияния	б	Оцениваются изменения вероятности появления определенного набора событий, вытекающие из фактического появления одного из них. Применяется для анализа вероятности и причин
3	Техническое обслуживание на основе надежности (RCM)	в	Риск-ориентированная оценка, используемая для определения требуемых операций технического обслуживания системы и ее компонентов. Применяется для оценки риска и выбора контролей
		г	Используется для формализации нечетких знаний, оперирует числовой или лингвистической неопределенностью, дополняя или заменяя вероятностные методы. Применяется для анализа риска, выбора между вариантами

Ответ: 1а; 2б; 3в

## **Приложение Б. Основные термины и определения**

антропогенный объект – объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов;

благоприятная окружающая среда – окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов;

вред окружающей среде – негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов;

государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды) – комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды;

загрязнение окружающей среды – поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду;

загрязняющее вещество – вещество или смесь веществ и микроорганизмов, которые в количестве и (или) концентрациях, превышающих установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы, оказывают негативное воздействие на окружающую среду, жизнь, здоровье человека;

качество окружающей среды – состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью;

компоненты природной среды – земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле;

негативное воздействие на окружающую среду – воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды;

нормативы допустимого воздействия на окружающую среду – нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды;

нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду – нормативы, которые установлены в соответствии с величиной допустимого

совокупного воздействия всех источников на окружающую среду и (или) отдельные компоненты природной среды в пределах конкретных территорий и (или) акваторий и при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие;

нормативы допустимых выбросов – нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, которые определяются как объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, как показатели активности радиоактивных веществ, допустимые для выброса в атмосферный воздух стационарными источниками;

нормативы допустимых сбросов – нормативы сбросов загрязняющих веществ в составе сточных вод в водные объекты, которые определяются как объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, как показатели активности радиоактивных веществ, допустимые для сброса в водные объекты стационарными источниками;

нормативы допустимых физических воздействий – нормативы, которые установлены в соответствии с уровнями допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды;

нормативы качества окружающей среды – нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда;

нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов – 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;

окружающая среда – совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов;

охрана окружающей среды – деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных объединений и других негосударственных некоммерческих организаций, иных юридических лиц, граждан, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных

ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий;

оценка воздействия на окружающую среду – вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления;

природная среда (природа) – совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов;

природно-антропогенный объект – природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение;

природные ресурсы – компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность;

природный объект – естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства;

риски и возможности – потенциальные неблагоприятные влияния (угрозы) и потенциальные благоприятные влияния (возможности);

технологические нормативы – нормативы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, нормативы допустимых физических воздействий, которые устанавливаются с применением технологических показателей;

экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий;

экологическая проблема – проблема, для которой верифицированная и/или валидированная информация об экологических аспектах не соответствует выбранным критериям и может привести к обязательствам или выгодам, воздействию на имидж объекта экологической оценки или клиента или другим расходам.

Локальный электронный методический материал

Наталья Равиловна Ахмедова

**ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ И ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

*Редактор И. Голубева*

Уч.-изд. л. 2,7. Печ. л. 2,4.

Издательство федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»,  
236022, Калининград, Советский проспект, 1