Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 08.07.2026 17:53:36
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оценка экологической безопасности технических систем»

Направление подготовки/специальность
20.04.01 «Техносферная безопасность»

Профиль/специализация
Профиль "Экологическая безопасность в промышленности"

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва 2026 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Экологическая безопасность технических систем»

Разработчик(и):

профессор каф. «Экологическая безопасность технических систем», д.т.н. /М.В. Графкина/

Согласовано:
Зав. каф. «Экологическая безопасность технических систем»,
д.б.н., проф. /Е.Н.Темерева/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 10
7. Фонд оценочных средств 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Оценка экологической безопасности технических систем» является формирование знаний об оценке экологической безопасности технических систем.

Дисциплина представляет теоретическую основу базовых знаний необходимых выпускникам для решения практических вопросов защиты окружающей среды.

Задачами дисциплины являются:

- дать знания о методах оценки экологической безопасности технических систем;
- дать представления о путях инновационного решения задач оценки и обеспечения экологической безопасности.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
УК-1	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, осуществляет её декомпозицию и определяет связи между ее составляющими. ИУК-1.2. Определяет противоречивость и пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, а также критически оценивает релевантность используемых информационных источников. ИУК-1.3. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов с учетом оценки существующих рисков и возможностей их минимизации.

ПК-2	ПК-2. Способен проводить экологическое обеспечение производства новой продукции в организации	ИПК-2.1. Знает нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды; методические материалы по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности ИПК-2.2. Определяет и анализирует основные загрязнения окружающей среды, превышающие нормативные значения, в соответствии с требованиями нормативных правовых актов по охране окружающей среды ИПК-2.3. Выявляет основные источники опасностей для потребителей при эксплуатации продукции

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений ОП магистратуры.

Для овладения дисциплиной студент должен обладать знаниями, полученными при обучении в бакалавриате.

Дисциплина обеспечивает изучение дисциплин:

«Управление рисками, системный анализ и моделирование», «Экспертиза безопасности».

3. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, т.е. 112 академических часа. Из них 16 часов лекций, 16 часов семинарских занятий, 80 часов самостоятельной работы.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			1
1	**Аудиторные занятия**	**32**	32
	В том числе:		
1.1	Лекции	16	16
1.2	Семинарские/практические занятия	16	16
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**116**	116
	В том числе:		
2.1	Подготовка и написание курсовой		

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			1
	работы		
3	**Промежуточная аттестация**	**экзамен**	экзамен
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**Экзамен**	Экзамен
	Итого	**148**	148

3.2. Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Введение	12	1	1			10
2	Методы оценки экологической безопасности технических систем	18	1	1			16
3	Методология инновационного решения задач оценки и обеспечения экологической безопасности	16	2	2			12
4	Определение импликативных взаимосвязей в ПТС	14	2	2			10
5	Критерии экологической безопасности технических систем	20	2	2			16
6	Методы экспертных оценок	14	2	2			10
7	Оценка наилучшей доступной технологии	14	2	2			10
8	Экологические характеристики конструкционных материалов	20	2	2			16
9	Техническая система как объект системного анализа и оценки экологической оценки	20	2	2			16
	Итого	**148**	**16**	**16**			**116**

3.3. Содержание дисциплины

Введение

Цель и задачи дисциплины. Понятийно-терминологический аппарат, основные определения в области экологической безопасности. Нормативно-правовые акты в области экологической безопасности. Аспекты технического регулирования в области экологической безопасности.

Методы оценки экологической безопасности технических систем

Классическая оценка экологической безопасности, Стратегическая экологическая оценка (СЭО), задачи СЭО. Превентивный инновационный подход к оценке экологической безопасности, направленный на предотвращение и минимизацию негативного воздействия на этапе разработки, реконструкции технических систем (ТС).

Методология инновационного решения задач оценки и обеспечения экологической безопасности

Основные положения инновационного решения задач оценки и обеспечения экологической безопасности. Основные принципы системного анализа в области оценки экологической безопасности. Принципы модульного построения природно-технических систем. Основные допущения при выборе методов и данных для оценки экологической безопасности ТС на этапе проектирования.

Определение импликативных взаимосвязей в ПТС

Цель исследования и выявления импликативных связей в ПТС. Структурный и параметрический синтез технических систем. Модель процесса проектирования. Структурная и параметрическая оптимизация с учетом экологических характеристик ТС в жизненном цикле. Задачи экологического проектирования. Концепции интегрирования экологических аспектов в проектирование

Критерии экологической безопасности технических систем

Критерии экологической эффективности – показатели экологической эффективности, показатели состояния окружающей среды.

Критерии «экологически безопасной технической системы». Критерии перспективной модели «экологически безопасная продукция». Критерии перспективной модели «наилучшая существующая технология»

Методы экспертных оценок

Применение экспертных оценок для оценки экологической безопасности ТС на этапе проектирования. Основы выбора метода оценки. Этапы проведения экспертных оценок. Классификация методов экспертных оценок. Методы индивидуальных экспертных оценок (метод интервью, метод анкетного опроса, аналитический метод, метод написания прогнозного сценария. Этапы применения метода коллективных экспертных оценок. Методы коллективных экспертных оценок (метод коллективной генерации идей (мозговой атаки), метод «Дельфи, метод экспертных «комиссий», метод написания сценария, метод простого ранжирования и др.). Формы выражения коллективного мнения экспертной группы (количественная оценка в физических единицах измерения или в виде отношения; балльная оценка; попарные сравнения; группировка (сортировка); ранжирование). Метод простой ранжировки. Расчет коэфициента конкордации Кендалла. Метод парных сравнений. Метод мозгового штурма. Метод Дельфи.

Оценка наилучшей доступной технологии

Основные понятия и определения наилучшей доступной технологии (НДТ). Идентификация НДТ. Основные принципы определения НДТ с учетом оценки аспектов ее

комплексного воздействия на окружающую среду. Основания для выбора НТД. Внедрение НТД. Перечень существующих НТД.

Экологические характеристики конструкционных материалов

Экологические критерии выбора конструкционных материалов. Материалы и опасность для окружающей среды. Потребление энергии на производство материалов. Многопараметрический выбор материалов. Определение экоматериала.

Техническая система как объект системного анализа и оценки экологической оценки

Математическая модель переноса энергии и материалов и баланса входных и выходных потоков. Пример оценки и повышения экологической безопасности очистных сооружений поверхностных стоков на этапе проектирования. Пример оценки и повышения экологической безопасности стартерного двигателя. Пример оценки и повышения экологической безопасности при выборе площадка размещения производственного объекта.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1 на темы Введение, Методы оценки экологической безопасности технических систем
Практическое занятие 2 на тему Методология инновационного решения задач оценки и обеспечения экологической безопасности
Практическое занятие 3 на тему Определение импликативных взаимосвязей в ПТС
Практическое занятие 4 на тему Критерии экологической безопасности технических систем
Практическое занятие 5 на тему Методы экспертных оценок
Практическое занятие 6 на тему Оценка наилучшей доступной технологии
Практическое занятие 7 на тему Экологические характеристики конструкционных материалов
Практическое занятие 8 на тему Техническая система как объект системного анализа и оценки экологической оценки

3.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

3.5. Тематика рефератов

1. История и перспективы развития экологической оценки технических систем

2.Основные определения: безопасность экологическая, жизненный цикл, риск экологический, экологический аспект

3. Стратегическая экологическая оценка и задачи СЭО

4. Основные подходы к проведению и выбору методов и средств оценки экологической безопасности технических систем

5.Оопределение ОВОС

6. Виды ответственности за нарушение экологических требований

7. Методология превентивной оценки экологической безопасности на этапе разработки технических систем.

8.Определение импликативных взаимосвязей в ПТС

9.Критерии экологической эффективности проектов

10. Показатели экологической эффективности

11. Показатели состояния окружающей среды

12 Показатели эффективности функционирования

13.Показатели эффективности управления

14. Методы коллективных экспертных оценок. этапы проведения экспертных оценок

15. Метод простой ранжировки

16. Коэффициент конкордации кендалла

17. Наилучшая доступная технология - определение

18. Алгоритмы оценки аспектов комплексного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду

19. Поиск комплексного критерия при выборе оптимального варианта

20. Модель процесса проектирования

21.Классические и современные превентивные подходы к оценке экологической безопасности

22. Задачи структурного и параметрического синтеза

24. Идентификация НДТ и логический подход для принятия решений по НДТ

25. Какие аспекты учитывают при выборе НДТ.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ (последняя редакция) https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/

4.2 Основная литература

1. Кривошеин, Д.А. Основы экологической безопасности производств [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.А. Кривошеин, В.П. Дмитренко, Н.В. Федотова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 336 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/60654.

2. Дмитренко, В.П. Экологическая безопасность в техносфере [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, Д.А. Кривошеин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 524 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/76266

4.3. Дополнительная литература

1. Широков, Ю.А. Экологическая безопасность на предприятии [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 360 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94751.

4.4. Электронные образовательные ресурсы

1. ЭОР «Оценка экологической безопасности технических систем» - https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=3549

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Консультант Плюс
URL: https://www.consultant.ru/
2. Информационная сеть «Техэксперт»
URL: https://cntd.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где по возможности можно предусмотреть демонстрацию фильмов, слайдов или использовать раздаточные материалы. Практические занятия с применением мультимедийных средств проводятся в аудитории. (Оснащена проектором, экраном, столами, стульями, доской) .

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Лекционное преподавание закладывает основы научных знаний, подводит теоретическую базу под изучаемую учебную дисциплину, знакомит студентов с методологией исследования, указывает направления их работы по всем остальным формам и методам учебных занятий.

Цель практических занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам.

Помимо лекционных и семинарских (практических) занятий необходимо проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, справочную литературу, а также интернет - ресурсы.

Изучение дисциплины завершается экзаменом. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студента — это вид учебной деятельности, предназначенный для приобретения знаний, навыков и умений в объеме изучаемой дисциплины, который выполняется студентом индивидуально и предполагает активную роль студента в ее планировании, осуществлении и контроле.

Основные цели самостоятельной работы студентов:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа студентов является обязательной для каждого студента и определяется учебным планом по всем дисциплинам образовательной программы.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что, в итоге, положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.
Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Тестирование	Оценка преподавателя, если результат тестирования по шкале составляет более 41 %.

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.2. Шкала оценивания тестирования

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
отлично	от 81% до 100%
хорошо	от 61% до 80%
удовлетворительно	от 41% до 60%
неудовлетворительно	40% и менее правильных ответов

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации проводятся по следующим критериям:

- ответы студента на вопросы тестов;
- выполнение самостоятельных творческих работ.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине (прошли промежуточный контроль (тесты), выполнили семинарское задание).

Шкала оценивания	**Описание**

Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками. При этом могут быть допущены ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации, исправленные при повторном ответе.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3.2. Примеры тестов по дисциплине

1. Дайте определение безопасность экологическая
Состояние природной среды, обеспечивающее экологический баланс в природе и защиту окружающей среды и человека от .....факторов, вызванных естественными процессами и антропогенным воздействием, включая техногенное (промышленность, строительство) и сельскохозяйственное
А) негативных
Б) вредного воздействия неблагоприятных
В) опасных

2. Дайте определение жизненный цикл

Последовательные или взаимосвязанные стадии .....системы от приобретения сырья или разработки природных ресурсов до утилизации продукции
А) продукционной
Б) структурированной
В) производственной

3. Дайте определение риск экологический
Вероятность возникновения .....для природной среды и человека последствий осуществления хозяйственной и иной деятельности (вероятностная мера экологической опасности)
А) разрушительных
Б) опасных
В) неблагоприятных

7.3.3 Вопросы к экзамену по дисциплине

2. Классическая оценка экологической безопасности, Стратегическая экологическая оценка (СЭО), задачи СЭО.
3. Превентивный инновационный подход к оценке экологической безопасности, направленный на предотвращение и минимизацию негативного воздействия на этапе разработки, реконструкции технических систем (ТС).
4. Методология инновационного решения задач оценки и обеспечения экологической безопасности
5. Основные положения инновационного решения задач оценки и обеспечения экологической безопасности.
6. Основные принципы системного анализа в области оценки экологической безопасности.
7. Принципы модульного построения природно-технических систем.
8. Основные допущения при выборе методов и данных для оценки экологической безопасности ТС на этапе проектирования.
9. Определение импликативных взаимосвязей в ПТС
10. Цель исследования и выявления импликативных связей в ПТС. Структурный и параметрический синтез технических систем.
11. Модель процесса проектирования. Структурная и параметрическая оптимизация с учетом экологических характеристик ТС в жизненном цикле.
12. Задачи экологического проектирования. Концепции интегрирования экологических аспектов в проектирование
13. Критерии экологической безопасности технических систем
14. Критерии экологической эффективности – показатели экологической эффективности, показатели состояния окружающей среды.
15. Критерии «экологически безопасной технической системы». Критерии перспективной модели «экологически безопасная продукция».
16. Критерии перспективной модели «наилучшая существующая технология»
17. Применение экспертных оценок для оценки экологической безопасности ТС на этапе проектирования.
18. Основы выбора метода оценки. Этапы проведения экспертных оценок.
19. Классификация методов экспертных оценок. Методы индивидуальных экспертных оценок (метод интервью, метод анкетного опроса, аналитический метод, метод написания прогнозного сценария.
20. Этапы применения метода коллективных экспертных оценок. Методы коллективных экспертных оценок (метод коллективной генерации идей (мозговой атаки), метод «Дельфи, метод экспертных «комиссий», метод написания сценария, метод простого ранжирования и др.).

21. Формы выражения коллективного мнения экспертной группы (количественная оценка в физических единицах измерения или в виде отношения; балльная оценка; попарные сравнения; группировка (сортировка); ранжирование).
22. Метод простой ранжировки. Расчет коэфициента конкордации Кендалла.
23. Метод парных сравнений.
24. Метод мозгового штурма. Метод Дельфи.
25. Оценка наилучшей доступной технологии
26. Основные понятия и определения наилучшей доступной технологии (НДТ). Идентификация НДТ.
27. Основные принципы определения НДТ с учетом оценки аспектов ее комплексного воздействия на окружающую среду.
28. Основания для выбора НТД. Внедрение НТД. Перечень существующих НТД.
29. Экологические характеристики конструкционных материалов
30. Экологические критерии выбора конструкционных материалов.
31. Материалы и опасность для окружающей среды.
32. Потребление энергии на производство материалов. Многопараметрический выбор материалов.
33. Определение экоматериала.
34. Математическая модель переноса энергии и материалов и баланса входных и выходных потоков.
35. Пример оценки и повышения экологической безопасности очистных сооружений поверхностных стоков на этапе проектирования.
36. Пример оценки и повышения экологической безопасности стартерного двигателя.