

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра прикладной и системной экологии

Рабочая программа дисциплины

Прогнозы в геоэкологии

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.04.06 «Экология и природопользование»

Направленность (профиль):

Экологические проблемы больших городов и промышленных зон

Уровень:

Магистратура

Форма обучения

Очная, очно-заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП

 Шелутко В.А.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
09 февраля 2021 г., протокол № 5

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
01 февраля 2021 г., протокол № 5
Зав. кафедрой  Алексеев Д.К.

Авторы-разработчики:

 Колесникова Е.В.

Санкт-Петербург 2021



Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023
учебный год без изменений*

Протокол заседания кафедры ПСЭ от 04.07.2022 №10

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на
 / учебный год с изменениями (см. лист изменений)**

Протокол заседания кафедры от . .20 №

*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены изменения

**Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё внесены изменения

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовка специалистов по направлению 05.04.06 «Экология и природопользование», владеющих знаниями в объеме необходимом для технологии управления экосистемами через построение поисковых и нормативных прогнозов и контроля их реакции на изменение антропогенной нагрузки путем расчета и регулирования экологических рисков.

Задачи:

- изучение классификаций и теоретических основ построения прогнозов в управлении экологических систем,
- освоение современных методов оценки прогнозов и методик прогнозирования,
- формирование навыков управления экологическими экосистемами через регулирование экологического риска.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Прогнозы в геоэкологии» для направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В) и читается в третьем семестре обучения.

Для изучения дисциплины студенту необходимо освоить дисциплины, «Оценка и управление экологическими рисками», «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании».

Данная дисциплина необходима как предшествующая для прохождения практик: «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» и «Преддипломная практика».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций УК-1.1; УК-1.2; УК-2.2; ПК-1.1; ПК-4.3; ПК-6.1; ПК-6.2

Таблица 1.

Универсальные компетенции

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	Знать - концепцию, проблематику и историю становления понятия «природно-техническая система»; Уметь - оценивать структуру исследуемого ландшафта, определять для него основные функции экосистем; Владеть - всесторонними знаниями о экологических системах, их развитии, стадийности, иерархии, устойчивости.
	УК-1.2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению.	Знать - методы статистического анализа и обработки информации Уметь - оценивать полноту и однородность рядов данных, Владеть - методами корреляционного анализа и математического моделирования
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.2 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.	Знать - основы экологического законодательства РФ;, Уметь - формулировать проектную задачу на основе поставленной цели. Владеть - методами экспертных оценок.

Таблица 2.

Профессиональные компетенции

ПК-1 Способен организовывать мероприятия по мониторингу	ПК-1.1 Организует необходимый комплекс наблюдений, оценки и прогноза состояния экосистем и	Знать - задачи единой системы государственного экологического мониторинга, её подсистемы; Уметь - проводить организацию системы наблюдений на локальном и региональном уровне; Владеть
--	---	--

экосистем	их компонентов.	- методами оценки влияния антропогенных систем на состояние экосистем.
ПК-4 Способен оценивать состояние и уровень загрязненности экосистемы и ее компонентов	ПК-4.3 Анализирует состояние экосистемы используя знания о ее загрязненности и продуктивности.	Знать - основные нормативные уровни воздействия на окружающую среду; Уметь - проводить сбор информации о состоянии степени загрязненности компонентов экосистем Владеть - методами оценки загрязненности компонентов окружающей среды
ПК-6 Способен проводить исследование процессов функционирования экосистем для разработки мероприятий по управлению ими	ПК-6.1 Критически анализирует методы исследований систем, выбирает оптимальные способы решения поставленных задач.	Знать Принципиальные основы оценки эффективности методик и оправданности прогнозов. Уметь - планировать управление процессами функционирования природно-технических систем через составление и оценку прогнозов. Владеть - современными методиками оценки краткосрочных и долгосрочных прогнозов
	ПК-6.2 Использует методы проведения исследований для совершенствования технологий с целью повышения эффективности управления природными, природно-техногенными системами.	Знать - отечественный и зарубежный опыт в управлении природно-техногенными системами; Уметь - планировать управление природно-техногенными системами на локальном, региональном и государственном уровне; Владеть - методами оценки эффективности управления природно-техногенными системами

4.2 Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения

Объем дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Объем дисциплины	108		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	28	
в том числе:			
лекции	14	10	-
занятия семинарского типа:			
практические занятия	28	18	-
лабораторные занятия			
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	66	80	-
в том числе:			
курсовая работа			
контрольная работа			
Вид промежуточной аттестации	экзамен		

4.2. Структура дисциплины

Таблица 4.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа			
1	<p>Научное и прикладное значение прогнозов при решении задач природопользования</p> <p>Тема 1. Экосистема как объект прогнозирования.</p> <p>Тема 2. История развития прогнозов в геоэкологии. Особенности и проблемы экологического прогнозирования.</p> <p>Тема 3. Классификации прогнозов в экологии</p>	2	4	10	<p>Устный опрос</p> <p>Доклады</p>	УК-1	УК-1.1 УК-1.2
2	<p>Методы местного, регионального и глобального прогнозирования экологической опасности</p> <p>Тема 1. Методы моделирования в прогнозировании</p> <p>Тема 2. Нейронные сети для решения задач природопользования</p> <p>Тема 3. Экспертные методы прогнозирования экологических последствий хозяйственной деятельности.</p>	4	8	20	<p>Расчетно-графическая работа 1</p>	УК-2 ПК-1 ПК-4 ПК-6	УК-2.2; ПК-1.1; ПК-4.3; ПК-6.1; ПК-6.2
3	<p>Экологические риски при эксплуатации опасных производственных объектов.</p> <p>Тема 1. Интеграция понятия «риск» в проблемы обеспечения экологической безопасности.</p> <p>Тема 2. Оценка уровня прямого и косвенного экологических рисков территории.</p>	4	8	20	<p>Расчетно-графическая работа 2</p> <p>Расчетно-графическая работа 3</p> <p>Расчетно-</p>	УК-2 ПК-1 ПК-4 ПК-6	УК-2.2; ПК-1.1; ПК-4.3; ПК-6.1; ПК-6.2

	Тема 4. Расчет и оценка экологического риска при проектировании и функционировании природно-технических систем.				графическая работа 4		
4	Оценка оправдываемости прогнозов и эффективности методик	4	8	16	Расчетно-графическая работа 5	УК-2 ПК-1 ПК-4 ПК-6	УК-2.2; ПК-1.1; ПК-4.3; ПК-6.1; ПК-6.2
	ИТОГО	14	28	66			

Таблица 5.

Структура дисциплины для очно-заочной формы обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа			
1	<p>Научное и прикладное значение прогнозов при решении задач природопользования</p> <p>Тема 1. Экосистема как объект прогнозирования.</p> <p>Тема 2. История развития прогнозов в геоэкологии. Особенности и проблемы экологического прогнозирования.</p> <p>Тема 3. Классификации прогнозов в экологии</p>	2	4	20	Устный опрос Доклады	УК-1	УК-1.1 УК-1.2
2	<p>Методы местного, регионального и глобального прогнозирования экологической опасности</p> <p>Тема 1. Методы моделирования в прогнозировании</p> <p>Тема 2. Нейронные сети для решения задач природопользования</p> <p>Тема 3. Экспертные методы прогнозирования экологических последствий хозяйственной деятельности.</p>		4	20	Расчетно-графическая работа 1	УК-2 ПК-1 ПК-4 ПК-6	УК-2.2; ПК-1.1; ПК-4.3; ПК-6.1; ПК-6.2

3	<p>Экологические риски при эксплуатации опасных производственных объектов.</p> <p>Тема 1. Интеграция понятия «риск» в проблемы обеспечения экологической безопасности.</p> <p>Тема 2. Оценка уровня прямого и косвенного экологических рисков территории.</p> <p>Тема 4. Расчет и оценка экологического риска при проектировании и функционировании природно-технических систем.</p>	2	4	20	<p>Расчетно-графическая работа 2</p> <p>Расчетно-графическая работа 3</p> <p>Расчетно-графическая работа 4</p>	<p>УК-2</p> <p>ПК-1</p> <p>ПК-4</p> <p>ПК-6</p>	<p>УК-2.2;</p> <p>ПК-1.1;</p> <p>ПК-4.3;</p> <p>ПК-6.1;</p> <p>ПК-6.2</p>
4	Оценка оправдываемости прогнозов и эффективности методик	6	6	20	Расчетно-графическая работа 5	<p>УК-2</p> <p>ПК-1</p> <p>ПК-4</p> <p>ПК-6</p>	<p>УК-2.2;</p> <p>ПК-1.1;</p> <p>ПК-4.3;</p> <p>ПК-6.1;</p> <p>ПК-6.2</p>
	ИТОГО	10	18	80			

4.2.1 Научное и прикладное значение прогнозов при решении задач природопользования

Введение. Цель и задачи курса. Место предмета среди других дисциплин. Основные понятия экологического и геоэкологического прогнозирования. Терминология и необходимые определения рискологической концепции. Поисковое и нормативное прогнозирование.

Тема 1. Экосистема как объект прогнозирования.

Понятие системного объекта. Экосистема как объект прогнозирования. Прогнозы развития экологических систем, эволюция взглядов.

Понятие сложного системного объекта. Общие свойства системы.

Концепция природно-технических систем (ПТС). История становления понятий от В.И. Вернадского до А.Л. Ревзона. Выделение в ПТС подсистем по взаимодействию техники с компонентами природы: геотехнических, биотехнических, антропо-технических, акватехнических, историко-архитектурных. Понятие инженерного сооружения в составе ПТС. Сфера влияния технического объекта, её зоны, подзоны и пояса, в пределах которых природные процессы детерминированы функционированием технического блока. Примеры и анализ современных ПТС, поддержание их целостности через потоки вещества, энергии и информации.

Тема 2. История развития прогнозов в геоэкологии. Особенности и проблемы экологического прогнозирования.

История развития прогнозов в экологии, основные направления развития. Прогнозы и проекты в СССР по масштабному изменению природных систем, опыт зарубежных стран. Оценка ошибок прогнозов, причины, альтернативные взгляды.

Проблемы, индуцированные сбором и обработкой первичной информации. Информационные лакуны. Использование нерепрезентативных выборок наблюдений. Проблема предсказания и определения явлений и процессов, возникающих как следствие техногенных факторов, их совокупного аддитивного и синергетического действия. Проблемы, связанные с решением плохо формализуемых задач. Проблемы прогнозирования, связанные с применением неустойчивых статистик. Проблемы, порожденные сложностью экосистем и традиционной методологией прогнозирования. Проблемы моделирования системы в точке бифуркации. Функционирование системы вблизи точки бифуркации.

Современное состояние прогнозирования в экологии. Долгосрочные и краткосрочные прогнозы. Принцип множественности моделей, принцип omnipotency факторов, принцип контринтуитивного поведения сложных систем.

Тема 3. Классификации прогнозов в экологии

Классификации прогнозов в экологии. Возможные разновидности прогнозов по целевому назначению. Количественные и качественные методы прогнозирования. Глобальное, региональное и местное (объектное) прогнозирование. Прикладное и научное значение прогнозов. Методическая и информационная основа прогнозов.

Место прогнозов в основных типах геоэкологических задач: прогноз состояния объектов, управление режимом. Основные виды прогнозов в геоэкологии. Прогноз изменений геосистем в результате хозяйственной деятельности. Основные принципы применения прогнозов природных процессов (с учетом и без учета антропогенной деятельности). Гидрологические, метеорологические и океанологические прогнозы. Применение гидрометеорологических прогнозов в геоэкологии. Социальные прогнозы. Прогнозирование геоэкологических катастроф.

4.2.2 Методы местного, регионального и глобального прогнозирования экологической опасности

Теоретические основы, история развития. Роль блока прогнозной модели, связанного с экологией.

Тема 1. Методы моделирования в прогнозировании

Теоретические основы количественных методов прогнозирования. Методы прогнозирования, основанные на учете динамики развития рассматриваемых процессов во вре-

мени. Методы прогнозирования, основанные на учете причинно следственных связей и/или связей сопряженности с внешними факторами. Комбинированные методы. Системные методы и процедуры системного анализа, используемые в прогнозировании экологических процессов.

Общее представление о системном моделировании как о методе прогнозирования. Идентификации моделей: задание начальных и граничных условий. Границы первого и второго рода. Корректность математической постановки задач.

Динамические модели. Понятие динамической модели. Прогнозы распространения примесей в водных объектах. Сосредоточенный и рассредоточенный приток загрязняющих веществ в водоток.

Стохастические модели. Этапы построения моделей. Динамические и статистические закономерности, обобщение динамических моделей экологических процессов в виде стохастических дифференциальных уравнений.

Статистические модели. Корреляционный и регрессионный анализы. Цепи Маркова. Моделирование методами многомерного анализа. Факторный анализ. Спектральный анализ.

Тема 2. Нейронные сети для решения задач природопользования

Нейронные сети как частный случай дискриминантного анализа, методов кластеризации и других методов классификации. Принципы работы биологической нейронной сети. Искусственная нейронная сеть, принципиальная схема работы, примеры. Построение искусственной нейронной сети. Обучение нейронных сетей. Основные схемы и алгоритмы работы нейронных сетей, примеры готовых нейронных сетей. Применение нейронной сети в экологических прогнозах.

Тема 3. Экспертные методы прогнозирования экологических последствий хозяйственной деятельности.

Экспертные методы прогнозирования экологических последствий хозяйственной деятельности, преимущества и недостатки. Особенности их применения в Российской практике.

Примеры проведения прогнозирования с помощью метода экспертных оценок. Индивидуальные и коллективные методы экспертных оценок. Методы коллективной работы экспертной группы: метод "мозговой атаки", "сценариев", "деловых игр", "совещаний", "суда". Методы получения индивидуального мнения членов экспертной группы: метод анкетного опроса, интервью и метод "Дельфи". Подготовка процедуры ЭО. Процедура проведения экспертизы. Статистическая обработка результатов экспертизы.

Тема 4. Расчет и оценка экологического риска при проектировании и функционировании природно-технических систем.

Экологический риск, его сущность, структура. Факторы риска среды обитания.

Опасность. Экологическая опасность. Безопасность. Экологическая безопасность.

Интеграция понятия экологический риск в проблемы обеспечения экологической безопасности. Методы анализа экологического риска. Классификация экологических рисков.

Количественная оценка экологического риска. Основные нормативные уровни экологического риска. Техногенный риск. Индивидуальный риск. Коллективный риск. Социальный риск. Потенциальный риск. Поле потенциального риска гибели человека. Гидрометеорологические риски. Риски различных видов деятельности.

4.3.3 Экологические риски при эксплуатации опасных производственных объектов.

Тема 1. Интеграция понятия «риск» в проблемы обеспечения экологической безопасности.

Экологический риск, основные направления его толкования. Основная цель. Опасность, экологическая опасность. Безопасность, экологическая безопасность: субъекты и объекты. Количественные показатели риска. Основные нормативные уровни экологического риска.

Концепция приемлемого риска, проблемы и принципы определения приемлемого риска.

Тема 2. Оценка уровня прямого и косвенного экологических рисков территории.

Функциональное разделение блоков ландшафтно-экологической структуры по функциональным, морфологическим, историко-генетическим и динамическим характеристикам. Их объединение потоками веществ, энергии, циркуляционными и биополями. Объединение «горизонтального» и «вертикального» подходов в изучении пространственного взаимодействия природных явлений и в изучении взаимоотношений между явлениями в рамках определенной экосистемы. Факторно-генетический, структурно-организационный и оценочно-функциональный анализы. Замыкание вертикальной структуры ландшафта средой социума.

Покомпонентная и интегральная оценка антропогенной нагрузки на ландшафты. Оценка демографической нагрузки на территорию. Предел устойчивости природного комплекса в соответствии определенному антропогенному воздействию и разнообразию морфологической структуры ландшафта.

Назначение матрицы экологического риска, принципы применения при нормировании воздействия строящихся объектов на природную среду.

Экологические риски в городах. Эколого-географическое районирование региона по степени антропогенной нагрузки на основе системного анализа особенностей землепользования, интенсивности антропогенного преобразования с учётом ландшафтной структуры. Основные проявления техногенного воздействия на природный комплекс в городских условиях. Изменение водного и теплового баланса поверхностных и подземных вод. Изменение теплового баланса. Нарушение геохимического баланса поверхности и другие геоэкологические проблемы городов.

Оценка риска здоровью в системе оценки экологических рисков в Российской и зарубежной практике. Суть, состав и назначение оценки риска здоровью. Показатель LLE Б. Коэна. Основные экологические факторы риска здоровью горожан.

Основные этапы оценки риска здоровью. Задачи и состав работ на этапе идентификация опасности. Критерии приоритетности химических веществ для оценки риска здоровью. Оценка экспозиции загрязняющих веществ на человека. Уравнение интегрированной воздушной экспозиции. Зависимости «доза – ответ». Пороговая и беспороговая концепция при оценке риска здоровью. Линейные и квадратичные уравнения зависимости «доза – ответ». Характеристика риска. Сравнительная оценка и ранжирование различных рисков по степени их статистической, медико-биологической и социальной значимости.

Оценка канцерогенного и неканцерогенного риска. Классификация уровней риска здоровью. Роль человеческого фактора в оценках и управлении риском. Приоритизация экологических рисков. Модели для расчета экологического риска для человека. Способы уменьшения неопределенности оценки риска здоровью.

4.2.4 Оценка оправдываемости прогнозов и эффективности методик

Принципиальные основы оценки эффективности методик и оправдываемости прогнозов. Теоретические основы. Опорные сведения при оценке эффективности прогнозов. Методики оценки краткосрочных и долгосрочных прогнозов. Оценка оправдываемости поверочных и независимых прогнозов. Понятие природного прогноза. Оценка эффективности методики прогноза. Влияние характеристик прогнозируемого процесса на оценку его погрешностей. Управление процессами функционирования ПТС через составление и оценку прогнозов до начала прогнозного явления и во время его протекания.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 6.

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ Раздела дисципли ины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе ча- сов прак- тической подготов- ки
1	Экосистема как объект прогнозирования.	4	10
2	Классификации прогнозов в экологии	2	4
2	Краткосрочны прогноз водности рек методом соответственных уровней	2	6
2	Оценка уровня прямого и косвенного экологических рисков территории.	4	10
3	Расчет и оценка экологического риска при проектировании и функционировании природно-технических систем.	8	20
4	Оценка оправдываемости прогнозов и эффективности методик	8	16

Таблица 7.

Содержание практических занятий для очно-заочной формы обучения

№ Раздела дисципли ины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе ча- сов прак- тической подготов- ки
1	Экосистема как объект прогнозирования.	4	20
2	Классификации прогнозов в экологии	2	4
2	Краткосрочны прогноз водности рек методом соответственных уровней	2	6
2	Оценка уровня прямого и косвенного экологических рисков территории.	2	10

3	Расчет и оценка экологического риска при проектировании и функционировании природно-технических систем.	4	20
4	Оценка оправдываемости прогнозов и эффективности методик	8	20

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубления полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа предусматривает, как правило, выполнение вычислительных работ, графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим занятиям.

Работа с литературой предусматривает самостоятельное изучение теоретического материала, разработку рефератов и других творческих заданий.

При самостоятельной работе над разделами дисциплины, при выполнении практических работ, при подготовке к тестам, дискуссиям и к промежуточному контролю студент должен изучить соответствующие разделы основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне интернет-ресурсы.

В процессе самостоятельной учебной деятельности формируются умения: анализировать свои познавательные возможности и планировать свою познавательную деятельность; работать с источниками информации: текстами, таблицами, схемами; анализировать полученную учебную информацию, делать выводы; анализировать и контролировать свои учебные действия; самостоятельно контролировать полученные знания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 75;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;
- максимальное количество дополнительных баллов –15.

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **экзамен**.

Форма проведения экзамена: *устно по билетам или тестирование*

Перечень примерных вопросов для подготовки к экзамену:

УК-1.1, УК-1.2

1. Предвидение и прогнозирование. Экосистема как объект прогнозирования. Определение задач прогнозирования в экологии. Прикладное и научное значение прогнозов.
2. Понятие сложного системного объекта. Раскрыть понятия: устойчивость, иерархичность, эмерджентность, синергичность и управляемость системы, её открытость и замкнутость. Привести примеры на природно-технических системах.
3. Сопrotивляемость и упругость геосистем как сущность принципа Ле Шателье. Обратимые, необратимые и разрушительные деформации геосистем. Особенности проявления последствий деформаций в жестких и упругих системах. Формулы, использующие родовое понятие системы.
4. Становление общегеографической концепции природно-антропогенного ландшафта в трудах А.Г. Исаченко и И.П. Герасимова. Учение о геосистемах в трудах академика Б.В. Сочавы. Структура ПТС по А.Ю. Ретеюму. Обоснование понятия ПТС в работах А.Л. Ревзона.
5. Классификации прогнозов в экологии. Возможные разновидности прогнозов по целевому назначению. Методы регионального и местного прогнозирования.
6. Проекты и прогнозы по масштабному изменению природных систем в отечественной и зарубежной практике.
7. Особенности и проблемы прогнозирования развития экологических систем. Проблемы прогнозирования, индуцированные сбором и обработкой первичной информации. Использование нерепрезентативных выборок наблюдений.
8. Проблемы прогнозирования, порожденные сложностью и многокомпонентностью экосистем.

9. Современные подходы к решению проблемы недостаточности и прерывности в рядах наблюдений по экологическим параметрам и экосистемам в целом.
 10. Проблемы экологического прогнозирования, связанные с применением неустойчивых статистик. Проблемы построения прогнозных моделей на основе среднего значения исследуемых характеристик. Арифметические и мультипликативные методы осреднения показателей.
 11. Функционирование системы вблизи точки бифуркации. Прогноз развития системы в точке бифуркации.
 12. Социально-экономический блок экологического прогнозирования.
 13. Идентификация модели. Корректность математической постановки задач.
- УК-2.2; ПК-1.1; ПК-4.3; ПК-6.1; ПК-6.2
14. Динамические модели, примеры применения. Обобщение динамических моделей геоэкологических процессов в виде стохастических дифференциальных уравнений.
 15. Стохастические модели. Основные типы стохастических моделей. Этапы построения моделей.
 16. Нейронные сети как частный случай методов распознавания образов, дискриминантного анализа, методов кластеризации и других методов классификации.
 17. Принципы работы биологической нейронной сети. Искусственная нейронная сеть, принципиальная схема работы, примеры.
 18. Построение искусственной нейронной сети. Обучение нейронных сетей.
 19. Основные схемы и алгоритмы работы нейронных сетей, примеры готовых нейронных сетей. Применение нейронной сети в геоэкологических прогнозах.
 20. Экспертные оценки. Индивидуальные оценки. Примеры применения в геоэкологическом прогнозировании.
 21. Экспертные оценки. Коллективные оценки. Примеры применения в геоэкологическом прогнозировании.
 22. Применение метода Делфи в геоэкологическом прогнозировании для решения плохо формализуемых задач.
 23. Психологические аспекты интуитивных оценок в геоэкологическом прогнозировании, проблема исключения субъективности экспертов, проблема исключения давления авторитетов, давления большинства на результат оценки.
 24. Экологический риск, основные направления его толкования. Основная цель интеграции понятия риска в проблемы обеспечения экологической безопасности.
 25. Опасность, экологическая опасность. Безопасность: субъекты и объекты. Понятия «опасность» и «безопасность», раскрыть суть, сопоставить.

26. Количественные показатели риска определения, назначение, формулы.
27. Основные нормативные уровни экологического риска. Принципы определения. Показать взаимосвязь. Область недопустимых, допустимых и пренебрежимо малых рисков, принципы определения. Фоновые показатели риска в России.
28. Концепция приемлемого риска, проблемы и принципы определения приемлемого риска. Показать графически.
29. Назначение матрицы экологического риска, принципы применения при нормировании воздействия строящихся объектов на природную среду.
30. Оценка риска здоровью. Показать связь с оценкой экологического риска. Показатель LLE (loss of life expectancy) по Бернард Коэну.
31. Оценка риска здоровью, этапы, раскрыть суть и назначение каждого этапа.
32. Риск здоровью, идентификация опасности. Суть, цель и задачи данного этапа оценки риска здоровью.
33. Построение зависимости «доза-ответ». Пороговая и беспороговая концепция при оценке риска здоровью. Показать графически.
34. Канцерогенные и неканцерогенные эффекты при оценке риска здоровью. Обоснование выбора детского населения в качестве индикатора экологического состояния территории.
35. Пороговая и беспороговая концепция при оценке риска здоровью. Определить основные проблемы оценки зависимости «доза – ответ» для обеих концепция. Понятие острого и хронического воздействия.
36. Геоэкологические проблемы городов: изменение водного баланса, повышение уровня грунтовых вод.
37. Прогноз изменения теплового баланса грунтовых вод в условиях городской застройки, изменение геодинамической ситуации, загрязнение подземного пространства.
38. Оценка влияния леса на поверхностный и подземный сток. Анализ основных концепций гидрологической роли лесов.
39. Комплексная дифференциация водного баланса территории. Прогноз и управление поверхностным и подземным стоком через регулирование лесных экосистем.
40. Принципиальные основы оценки эффективности методик и оправдываемости прогнозов. Закон распределения погрешностей прогнозов.
41. Проблемы определения допустимого значения ошибки прогноза. Основные методы оценки прогнозов.
42. Понятие природного прогноза. Его применение при оценке оправдываемости прогнозов. Методики оценки краткосрочных и долгосрочных прогнозов.

Перечень практических заданий к экзамену: нет

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 5.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Устный опрос	0-2
Расчетно-графические работы	0-5
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 6.

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Участие в НИРС	0-5
Участие в Олимпиаде	0-5
Активность на учебных занятиях	0-5
ИТОГО	0-15

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 7.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготов-

кек текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Название дисциплины».

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	<p>В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки основных дефиниций, законов, процессов, явлений. Подробно записывать математические выводы формул. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.</p>
Практические занятия	<p>Практическое занятие – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно- теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную литературу, обращая внимание на практическое применение теории. Для ведения записей на практических занятиях обычно заводят отдельную тетрадь. Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.</p>
Внеаудиторная работа	<p>Представляет собой вид занятий, которые каждый студент организует и планирует самостоятельно. Самостоятельная работа студентов включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельное изучение разделов дисциплины; – подготовка к выполнению лабораторных работ, выполнение вычислительных и графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим занятиям, решение индивидуальных задач; – выполнение дополнительных индивидуальных творческих заданий; – подготовку рефератов, сообщений и докладов.
Подготовка к экзамену, зачету	<p>Экзамен имеет целью проверить и оценить уровень теоретических знаний, умение применять их к решению практических задач, а также степень овладения практическими умениями и навыками в объеме требований учебных программ.</p> <p>Подготовка к экзамену предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий</p> <p>К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы и сдавшие зачет по данной дисциплине, предусмотренный в текущем семестре.</p>

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

а) Основная литература

1. Щербаков, В. А. Прогнозирование рационального природопользования : методы и практика : монография / В. А. Щербаков. – Изд-во Lap Lambert, 2015. – 115 с. ISBN 978-3-659-81389-4. — Режим доступа : <https://znanium.com/catalog/document?id=351228>

2. Рягин, Ю. И. Рискология в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / Ю. И. Рягин. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 255 с. — (Серия: Университеты России). — ISBN 978-5-534-01680-2. — Режим доступа : <https://urait.ru/viewer/riskologiya-v-2-ch-chast-1-421087#page/1>.

б) дополнительная

1. Белов, П. Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование в 3 ч. Часть 1 : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. Г. Белов. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 211 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02606-1. — Режим доступа : <https://urait.ru/viewer/upravlenie-riskami-sistemnyy-analiz-i-modelirovanie-v-3-ch-chast-1-421394#page/1>.
2. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер [и др.] ; под. ред. А.Р. Абдуллаева и др. – Изд-во Логос, 2020. – 440 с. — ISBN 978-5-98704-637-1. – Режим доступа : <https://znanium.com/catalog/document?id=367350>

8.3. Перечень программного обеспечения

1. MicrosoftOffice — офисный пакет приложений

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. http://lawtoday.ru/razdel/biblo/zem-prav/DOC_057.php – Юридический портал «Закон сегодня» (дата обращения 08.03.2021).
2. <http://www.bibliotekar.ru/> – Электронная библиотека. Энциклопедия современной техники. Строительство дата обращения 08.03.2021
3. <http://www.baurum.ru> – Справочник строителя (дата обращения 08.03.2021).
4. http://lawtoday.ru/razdel/biblo/zem-prav/DOC_057.php – Юридический портал «Закон сегодня» (дата обращения 08.03.2021).
5. <http://www.garant.ru> – Гарант.Ру Информационно-правовой портал (дата обращения 08.03.2021).

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://www.elibrary.ru/> (дата обращения 3.04.2021)
2. Электронная библиотечная система РГГМУ «ГидрометеоОнлайн» - <http://elib.rshu.ru/> (дата обращения 3.04.2021)
3. SpringerNature. <https://www.springernature.com/gp>(датаобращения 3.04.2021)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.