

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Кафедра «Экология и природопользование»

УТВЕРЖДАЮ
руководитель НОЦ ЭП
 /Климова А.В./
« 29 » 04 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Экологическое моделирование и прогнозирование»

направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование
(уровень бакалавриата)

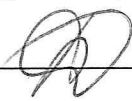
профиль:
«Природопользование и охрана окружающей среды»

профиль
«Природопользование и заповедное дело»

Петропавловск-Камчатский
2025

Рабочая программа по дисциплине «Экологическое моделирование и прогнозирование» составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»

Составитель рабочей программы

Доцент кафедры ЭП, к.б.н.  Авдощенко В.Г.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры ЭП
«29» 01 2025 г., протокол № 12

И. о. заведующего кафедрой ЭП
«29» 01 2025 г.,  Авдощенко В.Г.

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины «Экологическое моделирование и прогнозирование» является изучение экологических процессов и экологических систем с помощью создания моделей, что позволяет прогнозировать развитие экологических систем.

Задачи дисциплины:

- формирование представлений об особенностях экологических моделей и технологии моделирования.
- рассмотрение законов, правил, принципов проведения опытов, экспериментов для разработки моделей систем и процессов.
- рассмотрение процессов использования моделирования как одного из современных способов оценки воздействия на среду, а также прогноза такого воздействия.
- формирование практических умений построения моделей экологического содержания.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование универсальной компетенции:

- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1).

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице 1

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
(УК-1)	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-1 _{УК-1} : Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации ИД-2 _{УК-1} : Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности ИД-3 _{УК-1} : Владеет навыками работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов	<i>Знать:</i> -проблемы природопользования и охраны окружающей среды; -особенности функционирования экологических систем; - особенности моделирования экологических процессов. <i>Уметь:</i> - использовать теоретические знания в профессиональной деятельности; - диагностировать проблемы в области экологии и природопользования. <i>Владеть:</i> - содержательного обсуждения проблем, которые отражены в данной дисциплине, в профессиональной деятельности; -навыками выявления и прогноза реакции экосистем на антропогенные воздействия, определения экологического риска	З(УК-1)1 З(УК-1)2 З(УК-1)3 У(УК-1)1 У(УК-1)2 В(УК-1)1 В(УК-1)2

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Экологическое моделирование и прогнозирование» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений.

4. Содержание дисциплины

4.1 Тематический план дисциплины (табл. 2)

Очная форма обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	практические занятия	Лабораторные работы			
Раздел 1. Основы экологического моделирования	34	14	8	6	-	20	Контрольная работа	
Тема 1. Особенности функционирования экологических систем.	11	4	2	2	-	7	Опрос, практические задания	
Тема 2. Основы теории моделирования. Особенности экологических моделей	12	5	3	2	-	7	Опрос, практические задания	
Тема 3. Многообразие моделей экологических систем и взаимоотношений в системе.	11	5	3	2	-	6	Опрос, практические задания	
Раздел 2.	38	18	8	10	-	20	Контрольная работа	
Тема 4. Математические модели в экологии. Математическое моделирование. Прогнозирование.	9	4	2	2	-	5	Опрос, практические задания	
Тема 5. Интерпретация и оптимизация модели.	9	4	2	2	-	5	Опрос, практические задания	
Тема 6. Экологические модели их использование для решения прикладных задач природопользования и защиты среды.	10	5	2	3	-	5	Опрос, практические задания	
Тема 7. Прогнозирование состояния экологических систем и процессов	10	5	2	3	-	5	Опрос, практические задания	
Зачет								+
Всего	72	32	16	16	-	40		

Заочная форма обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	практические занятия	Лабораторные работы			
Раздел 1. Основы экологического моделирования	34	2	1	1	-	32	Контрольная работа	
Тема 1. Особенности функционирования экологических систем.	11	1	1	-	-	10	Опрос, практические задания	
Тема 2. Основы теории моделирования. Особенности экологических моделей	10	-	-	-	-	10	Опрос, практические задания	
Тема 3. Многообразие моделей	13	1	-	1	-	12	Опрос,	

экологических систем и взаимоотношений в системе.							практические задания	
Раздел 2. Экологическое моделирование и прогнозирование	34	2	1	1	-	32	Контрольная работа	
Тема 4. Математические модели в экологии. Математическое моделирование. Прогнозирование.	9	1	-	1	-	8	Опрос, практические задания	
Тема 5. Интерпретация и оптимизация модели.	8	-	-	-	-	8	Опрос, практические задания	
Тема 6. Экологические модели их использование для решения прикладных задач природопользования и защиты среды.	8	-	-	-	-	8	Опрос, практические задания	
Тема 7. Прогнозирование состояния экологических систем и процессов	9	1	1	-	-	8	Опрос, практические задания	
Зачет	4							4
Всего	72	4	2	2	-	64		4

4.2 Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы экологического моделирования

Тема 1. Особенности функционирования экологических систем.

Лекция

Компоненты экосистемы. Круговорот веществ и поток энергии в экосистемах. Биотическая составляющая экосистемы. Свойства и структура популяций. Типы биоценологических взаимоотношений. Средообразующие функции организмов. Экологическая ниша.

Основные понятия темы: экосистема, популяция, биота, экологические факторы, эдификаторы, экологическая ниша.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие существуют компоненты экосистемы?
2. Что такое биоценологические взаимоотношения?
3. Какие экологические факторы существуют?

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. Виды экосистем.
2. Популяционные волны.
3. Динамические характеристики популяции.

Выполнение практических заданий:

Занятие проходит в формате семинара (подготовка доклада). Тема доклада определяется заранее. После доклада выступающий отвечает на вопросы слушателей.

1. Первичная сукцессия.
2. Вторичная сукцессия.
3. Климатическое сообщество.
4. Конкуренция как тип взаимоотношений между организмами.
5. Симбиоз как тип взаимоотношений между организмами.
6. Хищничество как тип взаимоотношений между организмами.
7. Закон оптимума.
8. Ассимиляционная ёмкость среды.
9. Статические показатели популяции.
10. Адаптации живых организмов.
11. Экологические группы организмов.
12. Особенности различных сред жизни.

13. Показатели качества среды.

Литература: [1], [2]

Тема 2. Основы теории моделирования. Особенности экологических моделей

Лекция

Особенности применения в экологической науке различных моделей и математического моделирования. Трудности экологического моделирования. Система понятий: модель, объект, процесс, система, элемент системы Цели и принципы моделирования. Познавательная и прогнозная цели экологического моделирования. Теория подобия – основа моделирования. Принципы моделирования (достаточности, осуществимости, множественности и т.д.) и аксиомы теории экологического моделирования. Виды моделей и моделирования. Функции моделей. Материальное и идеальное моделирование и их разновидности (натурное и аналоговое, интуитивное и научное). Особенности описательных, объяснительных, прогностических и концептуальных моделей. Мысленное моделирование: наглядное и символическое. Примеры наглядных моделей, отражающих явления и процессы, протекающие в экосистеме. Макетирование как самостоятельный вид наглядного моделирования. Макеты объектов среды.

Основные понятия темы: модель, экологическая модель, наглядные модели, математическое моделирование.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое модель?
2. В чём особенность экологического моделирования?
3. Какие существуют функции моделирования?

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. Материальное моделирование.
2. Идеальное моделирование.
3. Натурное моделирование.
4. Аналоговое моделирование.
5. Интуитивное моделирование.
6. Научное моделирование.

Выполнение практических заданий:

Занятие проходит в формате семинара (подготовка доклада). Тема доклада определяется заранее. После доклада выступающий отвечает на вопросы слушателей.

1. Методы экологического моделирования (физические, математические).
2. Алгоритм построения моделей экологических объектов.
3. Моделирование сложной экологической системы.
4. Структурно-функциональная схема объекта сложной экологической системы.
5. Особенности и направления изучения урбанизированных территорий.
6. Применение комплексной экологической оценки в урбоэкодиагностике.
7. Экологические основы комфортности проживания населения на урбанизированных территориях.
8. Моделирование глобальных экологических процессов.
9. Моделирование функционирования водных экосистем.

Литература: [1], [2], [3]

Тема 3. Многообразие моделей экологических систем и взаимоотношений в системе.

Лекция

Логико-семантические модели (описания объектов), причинно-следственные модели, формальные модели. Информационные и математические модели экологических

систем и процессов как примеры формальных моделей. Особенности математического моделирования в экологии. Количественный анализ модели – механизм получения новых знаний о системе (агросистеме, урбосистеме и т.д.) Примеры экологических моделей (модель Волтерра-Лотки, модели функционирования биологических сообществ, модели экосистем и отдельных компонентов экосистем). Математико-статистические модели сельскохозяйственного и промышленного производства и их влияния на компоненты среды.

Основные понятия темы: логико-семантические модели, модель Волтерра-Лотки, модели экосистем.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое логико-семантическая модель?
2. Какие особенности математического моделирования в экологии существуют?
3. Как происходит количественный анализ модели?

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. Элементарные математические модели.
2. Линейные и нелинейные математические модели.
3. Детерминированные модели.
4. Модели эксплуатируемых популяций.

Выполнение практических заданий:

Занятие проходит в формате семинара (подготовка доклада). Тема доклада определяется заранее. После доклада выступающий отвечает на вопросы слушателей.

1. Использование индикаторов и индексов в оценке качества городской среды.
 2. Алгоритм экологической оценки состояния и качества среды с использованием мониторинга.
 3. Алгоритм экологической оценки состояния и качества среды с использованием математического и компьютерного моделирования.
 4. Алгоритм экологической оценки состояния и качества среды с использованием ГИС-технологий.
 5. Формирование гипотез функционирования экосистемы.
 6. Программы имитационного моделирования, реализующие блочные составляющие.
 7. Верификация блоков по фактическим (опытным) данным.
 8. Верификация модели и оценка ее адекватности на основе экспертной оценки.
 9. Планирование математических экспериментов
- Литература: [1], [2], [5]*

Раздел 2. Экологическое моделирование и прогнозирование.

Тема 4. Математические модели в экологии. Математическое моделирование.

Прогнозирование.

Лекция

Основные понятия и определения: математическая модель, моделирование. Преимущества математического моделирования перед натурным экспериментом. Требования к математической модели. Структура математической модели. Классификация математических моделей. Цели математического моделирования для экологических объектов и экологических процессов. Алгоритм построения математической модели. Технологии моделирования: цель, планирование экспериментов, анализ результатов и построение итоговой модели. Классификация методов прогнозирования. Методы коллективной экспертной оценки.

Основные понятия темы: математическая модель, концептуальная модель, формализация модели.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие существуют преимущества математической модели?
2. Какие элементы математической модели существуют?
3. Какие математические модели существуют?

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. Правила построения математической модели.
2. Разработка концептуальной модели.
3. Формализация модели.
4. Особенности экологического объекта.

Выполнение практических заданий:

Занятие проходит в формате семинара (подготовка доклада). Тема доклада определяется заранее. После доклада выступающий отвечает на вопросы слушателей.

1. История развития математической экологии.
2. Общесистемный подход к моделированию экологических систем.
3. Основные этапы математического моделирования.
4. Классификация математических моделей в экологии.
5. Описательная статистика.
6. Параметрические и непараметрические критерии.
7. Преимущества математического анализа популяционных процессов.
8. Ряд Фибоначчи.
9. Уравнение экспоненциального роста.
10. Модель неограниченного роста Т. Мальтуса.
11. Графическое представление данных.
12. Матрица наблюдений и логическая схема однофакторного дисперсионного комплекса

Литература: [1], [3]

Тема 5. Интерпретация и оптимизация модели.

Лекция

Интерпретация как перевод результатов математического описания на язык пользователя. Особенности таблиц, графиков, диаграмм, текстовых характеристик изучаемых объектов. Интерпретация как этап обратный формализации. Технология подготовки выводов о пригодности полученной модели для описания, объяснения и предсказания поведения объекта (популяции, экосистемы, вида, сорта и т.д.) в зависимости от рассмотренных факторов среды.

Оптимизация модели. Проблема оптимизации экологических моделей. Подходы к решению проблемы оптимизации. Подход – эмпирический и аналитический. Эмпирические способы оптимизации – «симплекс-планирование» и «метод Бокса-Уилсона». Современное программное обеспечение, используемое для целей экологического моделирования.

Основные понятия темы интерпретация модели, оптимизация модели, метод Бокса-Уилсона.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как происходит интерпретация модели?
2. Что такое оптимизация модели?
3. Какие проблемы оптимизации модели существуют?

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. Основные шаги интерпретации.
2. Анализ коэффициентов регрессии.
3. Анализ знаков перед коэффициентами регрессии.
4. Анализ расчетных значений выходной переменной.

Выполнение практических заданий:

Занятие проходит в формате семинара (подготовка доклада). Тема доклада определяется заранее. После доклада выступающий отвечает на вопросы слушателей.

1. Основные этапы алгоритмов построения аналитических и эмпирических моделей.
2. Планирование эксперимента.
3. Теория многофакторного эксперимента и ее реализация в экологических исследованиях.
4. Количественный и качественный эксперимент.
5. Опыт полевой и лабораторный.
6. Понятие «фактор» и «уровень фактора».
7. Факторы контролируемые и неконтролируемые.
8. Полный факторный эксперимент.
9. Матрица планирования эксперимента.
10. Технологии моделирования: цель, разработка концептуальной модели, формализация модели, планирование экспериментов, анализ результатов.
11. Регрессионные модели с одной переменной, математический аппарат регрессионного анализа.
12. Уравнение регрессии как экологическая модель.
13. Адекватность и точность регрессионных моделей.
14. Виды регрессионных моделей с одной входной переменной.
15. Регрессионные модели с несколькими входными переменными.
16. Матричный подход к определению коэффициентов регрессии.
17. Оценка адекватности и точности многофакторной линейной модели.
18. Шаговые методы построения регрессионных моделей.

Литература: [1], [3], [4]

Тема 6. Экологические модели их использование для решения прикладных задач природопользования и защиты среды.

Лекция

Модели экологических систем. Модели взаимоотношений в системе «хищник – жертва». Модель экологическая оценка состояния среды и ее компонентов. Оценка экологической опасности предприятия и производства. Экологическая оценка технологии производства и готовой продукции. Использование моделей Государственной службой наблюдения за состоянием среды и роль моделей в разных видах экологических оценок. Контроль на предприятии и привлечение аудита на основе экологических моделей. Экологический мониторинг, аудирование и экспертиза – эффективные рычаги управления природопользованием.

Основные понятия темы: экологическая оценка, экологический мониторинг, состояния среды.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чём особенность модели «хищник-жертва»?
2. Как происходит оценка опасности предприятий?
3. Что такое экологическая экспертиза?

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. Экологический мониторинг.
2. Экологический аудит.
3. Экологическая экспертиза.
4. Оценка воздействия на окружающую среду.

Выполнение практических заданий:

Занятие проходит в формате семинара (подготовка доклада). Тема доклада определяется заранее. После доклада выступающий отвечает на вопросы слушателей.

1. Экосистемы и агросистемы как объект моделирования.
2. Использование моделей в научных исследованиях и при решении производственных задач.
3. Принципы моделирования биологических и экологических процессов.
4. Оптимизационное моделирование: основные понятия и принципы.
5. Модели лимитирующего влияния экологических факторов на рост популяции.
6. Принцип «узкого места» в биохимических и экологических процессах, модели динамики биомассы популяции в замкнутой системе и хемостате.
7. Закон минимума Либиха и концепция лимитирующих экологических факторов.
8. Плотность популяции как лимитирующий фактор, температурный фактор и его связь с процессами синтеза и распада в популяциях.
9. Моделирование процессов тепло- и влагопереноса в почве.
10. Моделирование фотосинтеза, газообмена, роста и развития растений.
11. Моделирование при планировании урожайности культур.
12. Комплексная модель продукционного процесса и ее программная реализация.

Литература: [1], [5]

Тема 7. Прогнозирование состояния экологических систем и процессов

Лекция

Значение экологического прогнозирования. Особенности экологического прогнозирования. Методы экологического прогнозирования. Законы и правила, используемые при экологическом прогнозировании. Прогнозирование водопользования. Прогнозирование изменений в земельном фонде. Производственно-хозяйственный механизм природопользования.

Основные понятия темы: прогнозирование, экологический прогноз.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какая цель экологического прогнозирования?
2. Какие методы экологического прогнозирования существуют?
3. Как происходит прогнозирование природных процессов?

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. Метод моделирования в эколого-географическом прогнозировании.
2. Отраслевые эколого-географические прогнозы.
3. Специальные методы прогнозирования.

Выполнение практических заданий:

Занятие проходит в формате семинара (подготовка доклада). Тема доклада определяется заранее. После доклада выступающий отвечает на вопросы слушателей.

1. Глобальные эколого-географические прогнозы.
2. Эколого-географические прогнозы регионального и топологического уровня.
3. Метод моделирования в эколого-географическом прогнозировании.
4. Изучение соотношения тепла и влаги (правило Ивесена-Гричук).
5. Атропозэкологическое прогнозирование.
6. Прогнозирование численности популяции.
7. Прогнозирование динамики экосистем.
8. Прогнозирование уровня негативного воздействия.
9. Прогнозирование степени деградации.

Литература: [1], [3], [4]

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

5.1. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, научных публикаций;
- выполнение домашних заданий в форме подготовки докладов;
- подготовка контрольной работы;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на подготовку к практическим занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к семинарским занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

Самостоятельная работа по разделу 1:

Работа с конспектом лекций и рекомендованной литературой (основная и дополнительная).

Подготовка материалов к контрольному опросу по изученным темам, практическим занятиям, контрольной работы, диалогам с преподавателем и участниками проверки знаний по первому разделу.

Самостоятельная работа по разделу 2:

Подготовка материалов к контрольному опросу по изученным темам, практическим занятиям, контрольной работы, диалогам с преподавателем и участниками проверки знаний по второму разделу.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Экологическое моделирование и прогнозирование » представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (зачет)

1. Компоненты экосистемы. Круговорот веществ и поток энергии в экосистемах.
2. Свойства и структура популяций.
3. Типы биоценологических взаимоотношений.
4. Средообразующие функции организмов. Экологическая ниша.

5. Особенности применения в экологической науке различных моделей и математического моделирования.
6. Трудности экологического моделирования.
7. Цели и принципы моделирования.
8. Познавательная и прогнозная цели экологического моделирования. Теория подобия – основа моделирования.
9. Принципы моделирования и аксиомы теории экологического моделирования.
10. Виды моделей и моделирования. Функции моделей.
11. Материальное и идеальное моделирование и их разновидности.
12. Особенности описательных, объяснительных, прогностических и концептуальных моделей.
13. Мысленное моделирование: наглядное и символическое.
14. Макетирование как самостоятельный вид наглядного моделирования. Макеты объектов среды.
15. Логико-семантические модели, причинно-следственные модели, формальные модели.
16. Информационные и математические модели экологических систем и процессов как примеры формальных моделей.
17. Примеры экологических моделей (модель Волтерра-Лотки, модели функционирования биологических сообществ, модели экосистем и отдельных компонентов экосистем).
18. Математико-статистические модели сельскохозяйственного и промышленного производства.
19. Преимущества математического моделирования перед натурным экспериментом.
20. Требования к математической модели.
21. Структура математической модели.
22. Классификация математических моделей.
23. Алгоритм построения математической модели.
24. Технологии моделирования.
25. Классификация методов прогнозирования.
26. Методы коллективной экспертной оценки.
27. Модели экологических систем.
28. Оценка экологической опасности предприятия и производства.
29. Контроль на предприятии и привлечение аудита на основе экологических моделей.
30. Экологический мониторинг.
31. Значение экологического прогнозирования. Особенности экологического прогнозирования.
32. Методы экологического прогнозирования.
33. Законы и правила, используемые при экологическом прогнозировании.

7. Рекомендуемая литература

7.1 Основная

1. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие. — М.: Академия, 2004. — 416 с. (8 экз.)

7.2 Дополнительная

2. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник. — М.: Юнити-Дана, 2000. — 543 с. (7 экз.)
3. Дмитриев В.В. Прикладная экология: учебник. — М.: Академия, 2008. — 608 с.

(20 экз.)

5. Кирюхин А.В. Моделирование эксплуатации низкотемпературных геотермальных месторождений. Геоинформационные системы: учеб. пособие. — Петропавловск-Камчатский.: КГТУ, 2000. — 103 с. (39 экз.)

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Статистика. Урок 1. Введение [Электронный ресурс]. — <https://www.youtube.com/watch?v=MFM2ZYxgzWg>

Определение асимметрии и эксцесса [Электронный ресурс]. — http://www.mathprofi.ru/asimetriya_i_excess.html

Манита А.Д. Теория вероятностей и математическая статистика (Основные разделы содержания: События и их вероятности. Дискретные случайные величины и их распределения. Общие случайные величины. Совместное распределение общих случайных величин. Предельные законы теории вероятностей. Обзор методов математической статистики. Метод наименьших квадратов. Доверительные интервалы. Статистические гипотезы. Таблицы (стандартный нормальный закон, квантили хи-квадрат распределения, квантили распределения Стьюдента). Интернет-учебник, полный текст представлен на сайте [Электронный ресурс]. <http://teorver-online.narod.ru/teorver73.html>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

В рамках освоения учебной дисциплины «*Экологическое моделирование и прогнозирование*» предусмотрены следующие виды учебных занятий:

- лекционного типа;
- семинарского типа;
- групповых консультаций;
- индивидуальных консультаций;
- самостоятельной работы, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательными для каждой темы дисциплины.

На учебных занятиях семинарского типа студенты выполняют проработку рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины; конспектирование источников; работу с конспектом лекций; подготовку ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работу с текстами официальных публикаций; решение практических заданий.

В ходе групповых и индивидуальных консультаций студенты имеют возможность получить квалифицированную консультацию по организации самостоятельного управления собственной деятельностью на основе анализа имеющегося у студента опыта обучения, используемых учебных стратегий, через обсуждение сильных сторон и ограничений стиля учения, а также поиск ресурсов, предоставляемых вузом для достижения намеченных результатов; для определения темы и проблемы исследования, выполнения мини-проектов по дисциплине, обсуждения научных текстов и текстов студентов, решения учебных задач, для подготовки к интерактивным занятиям семинарского типа, для подготовки к контрольным точкам, в том числе итоговой; детально прорабатывать возникающие проблемные ситуации, осуществлять поиск

вариантов их решения, определять преимущества и ограничения используемых средств для решения поставленных учебных задач, обнаруживать необходимость изменения способов организации своей работы и др.

Самостоятельная работа студента по дисциплине включает такие виды работы как:

- изучение материалов, законспектированных в ходе лекций;
- изучение литературы, проработка и конспектирование источников;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка контрольных работ;
- подготовка к публичному выступлению;
- подготовка к промежуточной аттестации.

10 Курсовой проект (работа)

Выполнение курсового проекта (работы) не предусмотрено учебным планом.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 8 рабочей программы;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы Astra Linux (или иная операционная система, включенная в реестр отечественного программного обеспечения);
- комплект офисных программ Р-7 Офис (в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций);
- программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат».

11.3 Перечень информационно-справочных систем

- справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются учебные аудитории 6-408 и 6-519 с комплектом учебной мебели.

Для самостоятельной работы обучающихся используется кабинеты 6-522; оборудован комплект учебной мебели, двумя компьютерами с доступом в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации.

Технические средства обучения для представления учебной информации включают аудиторную доску, мультимедийное оборудование, компьютеры.

При изучении дисциплины используется библиотечный фонд КамчатГТУ: учебники, учебные пособия, электронный ресурс; раздаточный материал (таблицы для расчетов и др.).

Дополнения и изменения в рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе за ____/____ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Экологическое моделирование и прогнозирование» для направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____

(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____

«____» _____ 202__ г.

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)