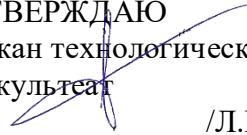


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕ-
ЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

Кафедра «Информационные системы»

УТВЕРЖДАЮ
Декан технологического
факультета
 /Л.М. Хорошман/
«29» января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерные технологии и статистические методы

в экологии и природопользовании»

направление подготовки (специальность)

05.04.06 «Экология и природопользование»

(уровень подготовки - магистратура)

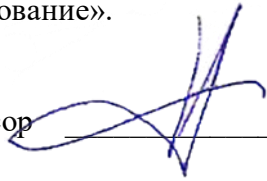
направленность (профиль)

«Природопользование»

Петропавловск-Камчатский,
2025 г.

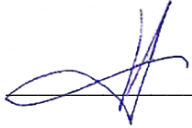
Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование».

Составитель рабочей программы

Заведующий кафедрой ИС, д.т.н., профессор  И.Г. Проценко

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Информационные системы»
«20» декабря 2024 г., протокол №4

Заведующий кафедрой ИС, д.т.н., профессор

«20» декабря 2024 г., протокол №4  И.Г. Проценко

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» относится к обязательной части в структуре основной образовательной программы.

Целью освоения дисциплины «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» является формирование у обучающихся навыков компьютерного моделирования и статистической обработки данных для профессиональной научной и практической деятельности.

Задачами изучения дисциплины «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» является:

- актуализация математического аппарата по статистической обработке данных с использованием специализированных пакетов прикладных программ;
- закрепить полученные ранее знания в области моделирования случайных процессов;
- выполнение проекта по моделированию реального процесса на основе учебного примера.

Магистрант должен:

Знать:

- современные компьютерные технологии, применяемые при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче информации в области экологии и природопользования;
- численные методы, используемые для решения задач геоэкологии, гидрогеологии, эксплуатации геотермальных, нефтяных и газовых месторождений и ПХГ;
- принципы оцифровки географических карт;
- возможности компьютерной графики для представления геологической, гидрогеологической, геотермической, геофизической и другой информации.

Уметь:

- проводить статистическую обработку данных с использованием компьютерных программ;
- строить двух и трёхмерные модели геотермальных, нефтяных и газовых месторождений с использованием универсальных и специализированных программ компьютерной графики.

Владеть:

- математическим аппаратом моделирования сложных систем;
- навыками проведения исследований с использованием современных подходов и методов, аппаратуры и вычислительных комплексов.

Иметь представление

- о современных программных средствах математического моделирования.

Требования к результатам освоения основных образовательных программ подготовки специалиста

В результате изучения дисциплины у студента должны быть сформированы следующие компетенции:

- способен решать задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий (ОПК-5).

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

Таблица 1 - Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-5	способен решать задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий	ИД-3 опк-5 умеет использовать информационно-коммуникационные, в том числе геоинформационные технологии	Знать: – численные методы, используемые для решения задач геоэкологии, гидрогеологии, эксплуатации геотермальных, нефтяных и газовых месторождений и ПХГ; – принципы оцифровки географических карт; – возможности компьютерной графики для представления геологической, гидрогеологической, геотермической, геофизической и другой информации.	З(ОПК-5)1 З(ОПК-5)2 З(ОПК-5)3
			Уметь: – проводить статистическую обработку данных с использованием компьютерных программ; – строить двух и трёхмерные модели геотермальных, нефтяных и газовых месторождений с использованием универсальных и специализированных программ компьютерной графики.	У(ОПК-5)1 У(ОПК-5)2
			Владеть: – математическим аппаратом моделирования сложных систем; – навыками проведения исследований с использованием современных подходов и методов, аппаратуры и вычислительных комплексов.	В(ОПК-5)1 В(ОПК-5)2

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» относится к обязательной части в структуре основной образовательной программы. Курс позволяет дать будущим магистрам теоретические знания и сформировать у них практические навыки компьютерного моделирования и статистической обработки данных для профессиональной научной и практической деятельности.

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Тематический план дисциплины

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	Семинары (практиче-	Лаборатор-ные работы			
Очная форма обучения								
Тема 1. Введение в компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании.	14	2	2		-	12	Опрос	
Тема 2 Принципы и технологии чис-ленного моделирования.	46	16	4		12	30	Опрос, РЗ	
Тема 3. Применения ГИС техноло-гий для обоснования, сборки и ана-лиза геоэкологических моделей.	48	18	6		12	30	Опрос, РЗ	
Зачет с оценкой								
Всего	108	36	12	-	24	72		
Заочная форма обучения								
Тема 1. Введение в компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании.	14	2	2		-	12	Опрос	
Тема 2 Принципы и технологии чис-ленного моделирования.	46	6	-		6	40	Опрос, РЗ	
Тема 3. Применения ГИС техноло-гий для обоснования, сборки и ана-лиза геоэкологических моделей.	48	4	-		4	40	Опрос, РЗ	
Зачет с оценкой							4	
Всего	108	12	2	-	10	92	4	

3.2. Описание содержания дисциплины

Третий семестр/2 курс

Тема 1. Лекция №1. Введение в компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании

Рассматриваемые вопросы:

Примеры использования TOUGH2/TOUGHREACT моделей: воспроизведение условий формирования и эксплуатации геотермальных, нефтяных и газовых месторождений; описание процессов миграции загрязнителя (VOC) в грунтовых водах; закачка CO₂ в гидрогеологические резервуары с поглощением в жидкую, газовую и минеральную фазы; разогрев при закачке высокоактивных РАО в водоносные горизонты.

СРС по теме 1. Подготовка к лекциям; изучение дополнительного теоретического материала; подготовка теоретического материала и данных для выполнения лабораторных работ; подготовка и прохождение тестирования.

Тема 2. Лекция №2. Принципы и технологии численного моделирования.

Рассматриваемые вопросы:

Концептуальные модели. Физические основы и управляющие математические уравнения, методы их решения. Принципы составления моделей. Программное обеспечение

(TOUGH2, PetraSim), модули состояния, генерация вычислительных сеток, задание начальных, граничных условий, материальные свойства и зонирование модели, технология выполнения моделирования (параметры выполнения и вывода результатов, анализ результатов моделирования). Обзор руководства по использованию TOUGH2 (LBNL-43134). Генерация полигональных и прямоугольных вычислительных сеток с учетом двойной пористости, негоризонтального залегания пластов и наличия разломов, моделирование ненарушенного состояния, задание на модели добычных и инжекционных скважин, 3D анализ результатов.

Лабораторная работа №1. Пятиточечная схема разработки геотермального резервуара пластового типа, модуль состояния EOS1 (задача RFP) [29, стр. 7].

Лабораторная работа №2. Моделирование естественного состояния и эксплуатации трехмерного геотермального резервуара с учетом притока глубинного теплоносителя, разгрузки и рельефа области инфильтрационного питания, модуль состояния EOS1 (задача 3D Contour) [29, стр. 17].

Лабораторная работа №3. Разогрев контейнера с радиоактивными отходами в зоне неполного водонасыщения (задача Heat Pipe in Cylindrical) [29, стр. 39].

Лабораторная работа №4. Загрязнение зоны аэрации летучими органическими веществами (VOC, volatile organic chemicals) [29, стр. 51].

СРС по теме 2. Подготовка к лекциям; изучение литературы по общим методам математического моделирования [1-7], изучение дополнительного теоретического материала; подготовка теоретического материала и данных для выполнения лабораторных работ; подготовка и прохождение тестирования

Примерные темы рефератов:

1. Среда моделирования MATLAB.
2. Среда моделирования Simulink.
3. Программные средства и методы моделирования геотермальных процессов.
4. Программные средства и методы моделирования процессов теплопереноса.
5. Программные средства и методы моделирования процессов диффузии.
6. Программные средства и методы моделирования процессов разрушения.
7. Программные средства и методы моделирования процессов диффузии.
8. Программные средства и методы моделирования процессов упругой деформации.
9. Программные средства и методы моделирования линейных колебаний.
10. Программные средства и методы моделирования нелинейных колебаний.
11. Метод конечных разностей в программных пакетах моделирования.
12. Метод конечных объемов в программных пакетах моделирования.
13. Метод конечных элементов в программных пакетах моделирования.
14. Методы оптимизации в математических программных пакетах.

Тема 3. Лекция №3. Применения ГИС технологий для обоснования, сборки и анализа геоэкологических моделей.

Рассматриваемые вопросы:

Surfer-11 картирование и составление разрезов нефтяных, газовых, гидрогеологических и геотермальных резервуаров, зон загрязнения, интеграция с сейсмическими данными, геостатистический анализ 2D данных, Strater-4 интеграция геофизических исследований скважин и геологических данных, Grapher-9 анализ истории эксплуатации и сезонных изменений, геостатистический анализ 1D данных, MapViewer-7, Didger-4,5 калибровка и оцифровка карт и графической информации, Voxler-2 трехмерная визуализация пространственных объектов.

Лабораторная работа №5. Действующие вулканы и гидротермальные системы Камчатки [29, стр. 75].

Лабораторная работа №6. Распределение землетрясений в плане и разрезе [29, стр. 78].

Лабораторная работа №7. Построение топокарты [29, стр. 82].

Лабораторная работа №8. Обработка результатов экспериментов по оценке влияния параметров технологического процесса на качество характеристики продукции в программе MS Excel [29, стр. 87].

Лабораторная работа №9. Обработка результатов экспериментов по оценке влияния параметров технологического процесса на качество характеристики продукции в программе MATLAB [29, стр. 99].

СРС по теме 3. Подготовка к лекциям; изучение литературы по общим методам математического моделирования [8-28], изучение дополнительного теоретического материала; подготовка теоретического материала и данных для выполнения лабораторных работ; подготовка и прохождение тестирования

Примерные темы рефератов:

1. Моделирование скважин реинжекции.
2. Моделирование процессов распространения загрязнений.
3. Моделирование процессов тепловыделения.
4. Возможности программы Surfer.
5. Возможности программы Didger.
6. Возможности программы ORIGIN.
7. Методы визуального представления картографической информации.
8. Послойное представление картографической информации.
9. Методы и программные средства построения карт.
10. Методы и программные средства построения трёхмерных моделей объектов геологоразведки и добычи ресурсов.
11. Методы статистической обработки данных в программе MS Excel.
12. Методы статистической обработки данных в программе Matlab.
13. Методы статистической обработки данных в программе STATISTICA.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

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

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к лабораторным работам;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме творческих (проблемно-поисковых, групповых) заданий, кейс-стади, докладов;
- подготовка презентаций для иллюстрации докладов;
- выполнение тестовых заданий;
- подготовка к тестированию;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы обучающихся приходится на подготовку к лабораторным работам и тестированию, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к тестированию и лабораторным работам предполагает умение работать с первичной информацией.

Для проведения практических занятий, для самостоятельной работы используется учебно-методические пособия.

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

5.1. Основная литература

1. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели: учеб. пособие / В.Д. Мятлов [и др.]. – М.: Академия, 2009.
2. Жидков Е.Н. Вычислительная математика : учеб. пособие. – М.: Академия, 2010.

5.2. Дополнительная литература

1. Богословский В. А. Экологическая геофизика: Учеб. пособ./ В. А. Богословский, А. Д. Жигалин, В. К. Хмелевской. - М.:МГУ, 2000.
2. Буторина М.В. Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник/ М.В. Буторина [и др.]; под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадына. - М.: Логос, 2006.
3. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды: учебник. - М.: Оникс, 2007.
4. Кирюхин А.В. Моделирование геотермальных процессов: учеб. пособие. - Петропавловск-Камчатский: КГПУ, 2004.
5. Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: Физматлит, 2002.
6. Семенов М.Г. Введение в математическое моделирование. – М.:Солон-Р, 2002.

5.3. Методические указания к изучению дисциплины.

1. Кирюхин А.В. Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании. Программа курса и методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки магистров 05.04.06 «Экология и природопользование».

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» 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.

Фонд оценочных средств содержит:

1. Комплект заданий для лабораторных работ по модулям;
2. Тестовые задания для контроля усвоения материала.
3. Перечень вопросов к промежуточной аттестации.
4. Комплект билетов к промежуточной аттестации.

Перечень вопросов к итоговому контролю знаний:

1. Концептуальные модели геоэкологических объектов и резервуаров подземных флюидов.
2. Физические и химические основы геоэкологических моделей.

3. Управляющие математические уравнения многофазной многокомпонентной неизотермической геофильтрации с учетом химического взаимодействия флюид-порода.
4. Вычислительные сетки. Интегро-конечно-разностный метод.
5. Определение геометрии моделей.
6. Начальные условия.
7. Граничные условия.
8. Материальные свойства моделей.
9. Задание на модели скважин.
10. Определение на модели разломов.
11. Определение на модели пластов.
12. TOUGH2
13. PetraSim
14. EOS1
15. EOS3.
16. EOS7, EOS7R.
17. EWASG.
18. ECO2N.
19. TMVOC.
20. TOUGHREACT.
21. Surfer-11.
22. Grapher-9.
23. Didger-4.
24. Strater-4.
25. Voxler-2.
26. Fortran Composer.
27. Геотермальные месторождения.
28. Газоконденсатные и нефтяные залежи.
29. VOC, загрязнение гидрогеологических резервуаров.
30. Месторождения подземных вод.
31. Полигоны захоронения промстоков и жидких РАО.
32. Модели загрязнения в открытых водоемах.
33. Модели загрязнения в атмосфере.
34. Использование данных GPS навигации для геоэкологических задач.
35. Вычисление среднего, разброса, дисперсии и стандартного отклонения выборки в электронных таблицах.
36. Вычисление и применение коэффициента корреляции пары параметров.
37. Определение коэффициентов множественной линейной регрессии.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (зачет с оценкой).

Лекции посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: основным понятиям; теоретическим основам. В ходе лекций обучающимся 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, справоч-

ников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.

На лекциях преподаватель знакомит слушателей с основными понятиями и положениями по текущей теме. На лекциях слушатель получает только основной объём информации по теме. Только посещение лекций является недостаточным для подготовки к лабораторным занятиям и зачету. Требуется также самостоятельная работа по изучению основной и дополнительной литературы и закрепление полученных на лабораторных занятиях навыков.

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения:

- проблемная лекция, предполагающая изложение материала через неоднозначность трактовки материалов к вопросам, задачам или ситуациям. При этом процесс познания происходит в научном поиске, диалоге и сотрудничестве с преподавателем в процессе анализа и сравнения точек зрения;

- лекция-визуализация - подача материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

Конкретные методики, модели, методы и инструменты рассматриваются преимущественно при подготовке и выполнении лабораторных работ.

Целью выполнения *лабораторных работ* является закрепление знаний обучающихся, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Практические задания по темам выполняются на лабораторных занятиях в компьютерном классе. Если лабораторные занятия пропущены (по уважительной или неуважительной причине), то соответствующие задания необходимо выполнить самостоятельно и представить результаты преподавателю на очередном занятии. Самостоятельная работа студентов – способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний, умений и навыков без непосредственного участия в этом процесса преподавателя. Качество получаемых студентом знаний напрямую зависит от качества и количества необходимого доступного материала, а также от желания (мотивации) студента их получить. При обучении осуществляется целенаправленный процесс взаимодействия студента и преподавателя для формирования знаний, умений и навыков.

8. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)

В соответствии с учебным планом курсовое проектирование по дисциплине не предусмотрено.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

9.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используются следующие информационные технологии:

- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

9.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется программное обеспечение:

- Microsoft Office v. 2003/2007/2010;
- TextPad;
- PetraSim v. 5.0;

- Surfer v. 11;
- Grapher v. 9;
- Didger v. 4.
- MATLAB;
- Intel(R) Visual Fortran Composer XE 2011 Integration for Microsoft Visual Studio.

9.3. Перечень ресурсов сети «Интернет»

При освоении дисциплины используются следующие информационно-справочные системы:

- Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.diss.rsl.ru>
- справочно-правовая система Консультант-плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система Гарант [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/online>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционный материал изучается в специализированной аудитории, оснащенной проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

Лабораторные работы выполняются в специализированной лаборатории, оснащенной персональными компьютерами и программным обеспечением в соответствии с тематикой дисциплины. Число рабочих мест в классах должно обеспечить индивидуальную работу студента на отдельном персональном компьютере.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются:

- для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации учебная аудитория № 7-504 с комплектом учебной мебели на 25 посадочных мест;
- для лабораторных работ - лабораторная аудитория № 7-402, оборудованная 10 рабочими станциями с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации и комплектом учебной мебели на 15 посадочных мест;
- доска аудиторная;
- мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
- презентации в Power Point по темам курса.
- информационная система «КТест», установленная на всех рабочих станциях.

11. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

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

В рабочую программу по дисциплине «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» для направления 05.04.06 «Экология и природопользование» (уровень подготовки - магистратура) вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____

«__» _____ 2024 г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Приложение 1

РЕЙТИНГ-ЛИСТ

по дисциплине «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании», семестр 3, группа 24ЭПм, преподаватель _____
