

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Термодинамика подземной гидросферы и граничной атмосферы Б1.В.ОД.5

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Куштанова Г.Г.

**Рецензент(ы):**

Овчинников М.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Регистрационный No

Казань  
2015

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Куштанова Г.Г. Кафедра радиоэлектроники Отделение радиофизики и информационных систем ,  
Galya.Kushtanova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) Термодинамика подземной гидросферы и пограничной атмосферы является изучение термодинамических процессов, протекающих в атмосфере, подземной гидросфере, литосфере, взаимодействие атмосферы с сушей, при разработке месторождений жидких и газообразных углеводородов, термодинамические эффекты и возможности их использования при создании методов интерпретации термограмм

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.03 Радиофизика и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в вариативную часть раздела "Б.2. Естественно-математический цикл" ФГОС ВПО и ПрООП по направлению подготовки "Радиофизика".

Для освоения содержания дисциплины необходимо знание основ математического анализа, физики. Она формирует общекультурные и профессиональные компетенции, необходимые для прохождения учебной и производственной практик, освоения модулей профессионального цикла.

Курс предназначен для магистрантов 1 года обучения, 2 семестр

Направление: 010800.68: Радиофизика

Магистратура "Радиофизические методы по областям применения"

М2.Б.5, профессиональный цикл

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью описывать новые методики инженерно-технологической деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

физические механизмы термодинамических процессов, протекающие в атмосфере, подземной гидросфере, процессах рассеяния - поглощения солнечной радиации.

2. должен уметь:

формулировать балансовые соотношения, рассчитать распределения давления, температур, вклад термодинамических эффектов.

3. должен владеть:

методами анализа и интерпретации термограмм.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к расчету температур в нефтяной скважине.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Взаимодействие атмосферы с подстилающей поверхностью	2	1-2	2	2	0	устный опрос
2.	Тема 2. Тепловое поле Земли.	2	3-5	2	4	0	творческое задание
3.	Тема 3. Гидросфера.	2	6	2	0	0	устный опрос
4.	Тема 4. Особенности тепловых явлений в пористой среде.	2	7-10	2	6	0	устный опрос
5.	Тема 5. Термодинамика атмосферы.	2	11-13	4	2	0	творческое задание
6.	Тема 6. Газовые гидраты.	2	14	2	0	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			14	14	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Взаимодействие атмосферы с подстилающей поверхностью

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Уравнение теплопроводности почвы. Уравнение теплового баланса земной поверхности. Взаимодействие атмосферы с деятельным слоем. Температура земной поверхности. Вертикальное распределение температуры почвы. Роль растительного и снежного покрова

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Уравнение теплового баланса земной поверхности. Взаимодействие атмосферы с деятельным слоем.

**Тема 2. Тепловое поле Земли.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Распределение температуры с глубиной. Тектоника плит. Рифтогенез, спрединг, раздвиг, субдукция, коллизия. Основные этапы и общие закономерности развития земной коры. Основные источники энергии и глубинные механизмы тектонических процессов. Конвекция в мантии Земли. Распределение теплового потока на Земле. Влияние наличия геологических структур на тепловой режим приповерхностных толщ. Тепловые аномалии, сопутствующие залежам углеводородов. Суточные и годовые колебания температуры в приповерхностном слое земной коры.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Сезонные и суточные вариации распределения тепла в земной коре, составление программы и расчет (Matlab или Maple)

**Тема 3. Гидросфера.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятие гидросфера. Виды подземных вод. Водные запасы гидросферы, время возобновления запасов. Экология гидросферы

**Тема 4. Особенности тепловых явлений в пористой среде.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Уравнение состояния воздуха. Статика атмосферы. Адиабатический процесс. Дроссельный процесс. Температурное поле жесткой пластовой системы. Уравнение энергии. Термозондирование пласта. Температурное поле упругого пласта. Калориметрический эффект в стволе скважины. Метод расчета дебитов отдельных пластов.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Расчет изменения температуры при адиабатическом и дроссельном процессе. Расчеты калориметрического смешивания жидкостей. Метод расчета дебитов отдельных пластов

**Тема 5. Термодинамика атмосферы.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Уравнение состояния воздуха. Статика атмосферы. Адиабатический процесс. Сухоадиабатический градиент. Потенциальная температура. Критерии устойчивости атмосферы по методу частицы. Изменение потенциальной температуры с высотой. Адиабатические процессы во влажном ненасыщенном воздухе

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Определение устойчивости состояния атмосферы. Распределение температуры воздуха по высоте в пограничном слое атмосферы. Теория суточного хода температуры воздуха в пограничном слое атмосферы. Высота распространения суточных и годовых колебаний температуры. Скорость распространения тепловых волн и время запаздывания.

**Тема 6. Газовые гидраты.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Строение, состав газовых гидратов. Термодинамические условия образования и разложения гидратов. Предотвращение выпадения гидратов. Газогидратные месторождения и возможные методы их разработки

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Взаимодействие атмосферы с подстилающей поверхностью	2	1-2	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
2.	Тема 2. Тепловое поле Земли.	2	3-5	подготовка к творческому заданию	8	творческое задание
3.	Тема 3. Гидросфера.	2	6	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
4.	Тема 4. Особенности тепловых явлений в пористой среде.	2	7-10	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
5.	Тема 5. Термодинамика атмосферы.	2	11-13	подготовка к творческому заданию	8	творческое задание
6.	Тема 6. Газовые гидраты.	2	14	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
	Итого				44	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, подготовка и представление докладов, проведение блиц-опросов, применение роли экспертов для студентов.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Взаимодействие атмосферы с подстилающей поверхностью

устный опрос , примерные вопросы:

Уравнение теплового баланса земной поверхности. Взаимодействие атмосферы с деятельным слоем.

### Тема 2. Тепловое поле Земли.

творческое задание , примерные вопросы:

Основные источники энергии и глубинные механизмы тектонических процессов. Конвекция в мантии Земли.

### Тема 3. Гидросфера.

устный опрос , примерные вопросы:

Виды подземных вод. Водные запасы гидросферы, время возобновления запасов.

### Тема 4. Особенности тепловых явлений в пористой среде.

устный опрос , примерные вопросы:

Термодинамические эффекты, их величина. Калориметрический эффект, конкретный расчет

### Тема 5. Термодинамика атмосферы.

творческое задание , примерные вопросы:

Выделение интервалов, перетоков, негерметичностей.

### Тема 6. Газовые гидраты.

устный опрос , примерные вопросы:

Термодинамические условия образования, разложения.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Задания:

- моделирование периодического изменения температуры приповерхностного слоя Земли в течение суток и года.

- интерпретация термограмм.

Вопросы к зачету:

1. Уравнения теплового баланса земной поверхности. Роль растительного и снежного покрова
2. Уравнение калометрического смешивания. Определение дебита пластов по термограмме.
3. Дроссельный эффект. Разделение интервалов притока воды и нефти.
4. Адиабатический эффект. Его практическое использование в диагностике состояния скважин и пластов.
5. Уравнение энергии жесткой пластовой системы. Распространение теплового возмущения от пласта в выше - и нижележащие породы.
6. Определение пластов по термограмме .
7. Выделение перетоков по термограммам.
8. Строение, состав газовых гидратов. Термодинамические условия образования и разложения гидратов.

#### **7.1. Основная литература:**

Подземная гидросфера, Зверев, Валентин Петрович, 2011г.

Атмосфера. Всё о воздушном океане Земли, Мирнова, Светлана Сергеевна, 2013г.

1. Хромов С.П. Метеорология и климатология / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. ? Москва : Издательство Московского университета, 2013 .? 581с
2. Зверев В.П. Подземная гидросфера = Subsurface hydrosphere : проблемы фундаментальной гидрогеологии / В. П. Зверев. ? Москва : Научный мир, 2011 .? 258 с
3. Шарифуллин С.Н. Курс общей физики : учебное пособие [для студентов высших учебных заведений] / С. Н. Шарифуллин, С. Г. Смирнов. ? [Казань] : Отечество, 2013 .?Т. 1: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика и термодинамика .? 2013 .? 204 с

#### **7.2. Дополнительная литература:**

1. . Хаин В.Е. Геотектоника с основами геодинамики / В.Е. Хаин, М.Г. Ломидзе. - М.: КДУ, 2005, - 560с. -
2. . Чекалюк Э.Б. Термодинамика нефтяного пласта / Э.Б. Чекалюк. - Рипол Классик, 2013.-246 с.
4. Куштанова Г.Г. Температурный контроль разработки месторождений нефти и газа / Г.Г. Куштанова.- Казань: Новое знание, 2003. - 180 с.

#### **7.3. Интернет-ресурсы:**

геотермальная энергия - <http://www.altenergo-nii.ru/renewable/geothermal/>

гидраты природных газов - <http://theorphysics.info/load/17>

гидросфера - <http://www.youtube.com/watch?v=tBvVrEfTr6Y>

движение плит - <http://www.intellect-video.com/1432/Gordon-Dvizhenie-kontinentov-online>

тектоника - <http://www.geohit.ru/tectonic/1.html>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Термодинамика подземной гидросферы и граничной атмосферы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

- студенты имеют возможность получать доступ к электронным ресурсам сети Интернет через в аудитории для самостоятельной работы;
- стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбуки).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе Радиофизические методы по областям применения .

Автор(ы):

Куштанова Г.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Овчинников М.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.