

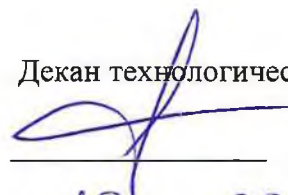
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан технологического факультета



Л.М. Хорошман

« 18 » 03 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ГИДРОУЗЛОВ»

для направления 20.03.02 «ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

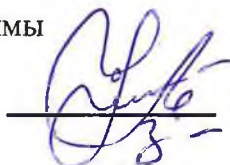
Профиль: Комплексное использование и охрана водных ресурсов

Петропавловск-Камчатский  
2020

Рабочая программа по дисциплине «Эксплуатация комплексных гидроузлов» составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» технологического факультета

Составитель рабочей программы

Доцент кафедры ЗОС, к.т.н.



Горбач В.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры ЗОС  
« 03 » марта 2020 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой  
« 03 » марта 2020 г.



Хорошман Л.М.

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины «Эксплуатация геотермальных месторождений» ее место в учебном процессе

Цель преподавания дисциплины – дать основные понятия в области эксплуатации геотермальных ресурсов, включающие характеристику запасов термальных вод и пара на Земле в целом, в России а также на Камчатке в частности, рассмотреть методы бурения и испытания геотермальных скважин, изучить химический состав извлеченных на дневную поверхность геотермальных вод и пара, методы генерации тепловой и электрической энергии на ГеоЭС и ГеоТЭС.

Основная задача преподавания дисциплины – подготовка на современном уровне инженеров по специальности 20.03.02 «Комплексное использование и охрана водных ресурсов», знакомых с современными технологиями бурения геотермальных скважин на пар и воду, схемами и технологиями геотермального теплоснабжения, бинарных энергоблоков, одно- и двух-контурных ГеоЭС и ГеоТЭС, химическим составом геотермального теплоносителя и методами извлечения из него ценных компонентов.

В результате изучения дисциплины **студент должен знать:**

- современные технологии бурения геотермальных скважин;
- химический состав геотермального теплоносителя и методы
- извлечения из него ценных компонентов;
- схемы и технологии геотермального теплоснабжения;
- схемы и технологии бинарных энергоблоков;
- схемы и технологии одно- и двух-контурных ГеоЭС и ГеоТЭС.

**Студент должен уметь:**

- проводить расчеты геотермальных систем теплоснабжения;
- проводить выбор методов очистки геотермального теплоносителя.

В результате изучения дисциплины студент должен овладеть следующими профессиональными компетенциями:

- способностью обеспечивать требуемое качество выполняемых работ и рациональное использование ресурсов (ОПК – 3);
- способностью принимать профессиональные решения при строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования (ПК – 1).

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-3	Способностью обеспечивать требуемое качество выполняемых работ и рациональное использование ресурсов	<b>Знать:</b> способы обеспечения требуемого качества выполняемых работ и рационального использования ресурсов	<b>З(ОПК-3)1</b>
		<b>Уметь:</b> обеспечивать требуемым качеством выполняемые работы и рационально использовать ресурсы	<b>У(ОПК-3)1</b>

		<b>Владеть:</b> способами обеспечения требуемого качества выполняемых работ и рациональным использованием ресурсов	<b>В(ОПК-3)1</b>
ПК-1	способностью принимать профессиональные решения при строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования	<b>Знать:</b> объекты природообустройства и водопользования	<b>З(ПК-1)1</b>
		<b>Уметь:</b> принимать профессиональные решения при строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования	<b>У(ПК-1)1</b>
		<b>Владеть:</b> основами экологического проектирования при разработке проектов благоустройства, очистки и восстановления водных объектов	<b>В(ПК-1)1</b>

## 2. Связь с предшествующими и последующими дисциплинами

### 2.1. Связь с предшествующими дисциплинами

Таблица 1

№ п/п	Наименование дисциплины	Наименование разделов дисциплины в рабочей программе, на которые опирается изложение и изучение данного курса
1	Математика	Дифференциальное и интегральное исчисление
2	Физика	Понятие состояния в классической механике, законы сохранения. Кинематика. Природа химической связи.
3	Химия	Химическая связь. Строение вещества. Растворы. Химические реакции. Свойства растворов. Дисперсные системы. Поверхностные явления.
4	Водные ресурсы Камчатки и их хозяйственное использование	Водные ресурсы. Минеральные воды. Термальные воды и их хозяйственное использование
5	Гидрогеология и основы геологии	Наиболее распространенные породообразующие минералы и горные породы. Их происхождение, состав, свойства, условия залегания и распространение. Роль в процессах почвообразования. Использование в сельскохозяйственном производстве и строительстве. Геологические и инженерно-геологические процессы и явления, причины их возникновения и мероприятия по предупреждению и устранению негативных последствий. Основные физические и водные свойства наиболее распространенных горных пород. Виды воды в горных породах и минералах
6	Инженерная геодинамика	Геологические процессы, связанные с деятельностью подземных вод.
7	Гидравлика	Вода и ее свойства. Гидростатика. Гидродинамика.
8	Комплексное использование водных объектов	Рациональное использование и охрана водных ресурсов. Виды водопользования. Водные мелиорации.

## 3. Содержание дисциплины

### 3.1. Распределение учебных часов по модулям дисциплины

*4 курс, 8 семестр очной формы обучения*

<b>Наименование вида учебной нагрузки</b>	<b>Раздел 1</b>	<b>Раздел 2</b>	<b>Итого</b>
Лекции	6	6	<b>12</b>
Практические занятия	12	12	<b>24</b>
Самостоятельная работа			<b>36</b>
Курсовая работа			-
Зачет			+
Итого в зачетных единицах			<b>2</b>
<b>Итого часов</b>			<b>72</b>

*4 курс заочной формы обучения*

<b>Наименование вида учебной нагрузки</b>	<b>Итого</b>
Лекции	<b>4</b>
Лабораторные занятия	-
Практические занятия	<b>4</b>
Самостоятельная работа	<b>60</b>
Курсовая работа	-
Контрольная работа	+
Зачет	<b>4</b>
Итого в зачетных единицах	<b>2</b>
<b>Итого часов</b>	<b>72</b>

**3.2. Содержание дисциплины**

**Раздел 1.**

***Лекция 1.1. Развитие геотермальной энергетики.***

Рассматриваемые вопросы:

Становление геотермии как науки

Геотермальные ресурсы

***Лекция 1.2. Происхождение и признаки геотермальных месторождений***

Рассматриваемые вопросы:

Происхождение геотермальных месторождений

Признаки геотермальных месторождений

***Лекция 1.3. Виды геотермальных месторождений***

Рассматриваемые вопросы:

Классификация геотермальных месторождений

Механизм образования геотермального флюида

***Лекция 1.4. Методы исследования термальных вод***

Рассматриваемые вопросы:

Методы исследования термальных вод в России

Методы исследования термальных вод в мире

***Практическая работа 1.1.*** . Определить полную мощность насоса  $N$ , перекачивающего чистую воду. Плотность воды  $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$ ; подачу  $Q$ , напор  $H$  и КПД  $\eta$  насоса принять согласно варианта по таблице 1.  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ .

$$N = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H / \eta$$

Таблица 1

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q, м <sup>3</sup> /с	0.02	0.04	0.04	0.05	0.055	0.06	0.065	0.07	0.08	0.1
H, м	10.0	15.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
η, %	65	70	75	80	85	82	92	90	94	78
i <sub>D</sub>	2.8	3.2	4.0	6.0	5.0	4.2	4.4	8.0	10.0	8.6
i <sub>n</sub>	1.0	1.2	1.1	1.2	1.25	1.6	1.0	1.4	1.45	1.56

Параметр	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Q, м <sup>3</sup> /с	0.01	0.03	0.034	0.052	0.051	0.066	0.07	0.086	0.09	0.15
H, м	10.0	15.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
η, %	65	70	75	80	85	82	92	90	94	78
i <sub>D</sub>	4.4	4.6	4.8	5.2	5.4	5.8	5.6	5.9	6.6	8.0
i <sub>n</sub>	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	1.2	1.4	1.8	2.2

Параметр	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Q, м <sup>3</sup> /с	0.015	0.033	0.028	0.048	0.049	0.062	0.061	0.076	0.082	0.123
H, м	20.0	26.0	37.0	50.0	44.0	52.0	66.0	74.0	88.0	94.0
η, %	65	70	75	80	85	82	92	90	94	78
i <sub>D</sub>	6.0	6.2	8.4	9.2	10.2	2.6	2.7	3.8	4.6	7.6
i <sub>n</sub>	0.8	2.0	2.2	1.4	1.2	0.88	1.6	2.1	0.9	0.6

Параметр	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Q, м <sup>3</sup> /с	0.015	0.033	0.028	0.048	0.049	0.062	0.061	0.076	0.082	0.123
H, м	20.0	26.0	37.0	50.0	44.0	52.0	66.0	74.0	88.0	94.0
η, %	77	72	84	88	92	86	94	88	64	91
i <sub>D</sub>	2.8	3.2	4.0	6.0	5.0	4.2	4.4	8.0	10.0	8.6
i <sub>n</sub>	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	1.2	1.4	1.8	2.2

### Лекция 1.5. Термальные воды Дальнего Востока

Рассматриваемые вопросы:

Классификация термальных вод

Химический состав термальных вод

### Лекция 1.6. Виды эксплуатации геотермальных месторождений

Рассматриваемые вопросы:

Виды эксплуатации

Влияние на окружающую среду

**Практическая работа 1.2.** Определить полную мощность N насоса, перекачивающего пульпу. Плотность пульпы  $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$ ; подачу Q, напор H и КПД  $\eta$  насоса принять согласно варианта по таблице 2.

$$N = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H / \eta$$

Таблица 2

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Q, м <sup>3</sup> /с	1.1	0.90	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	1.25	1.4	1.22
H, м	10.0	15.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
η, %	65	70	75	80	85	82	92	90	94	78

Параметр	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Q, м <sup>3</sup> /с	0.96	0.98	1.44	1.52	1.51	1.8	1.28	1.68	1.35	2.2
H, м	10.0	15.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
η, %	65	70	75	80	85	82	92	90	94	78

Параметр	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Q, м <sup>3</sup> /с	1.1	0.90	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	1.25	1.4	1.22
H, м	20.0	26.0	37.0	50.0	44.0	52.0	66.0	74.0	88.0	94.0
η, %	65	70	75	80	85	82	92	90	94	78

Параметр	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Q, м <sup>3</sup> /с	0.96	0.98	1.44	1.52	1.51	1.8	1.28	1.68	1.35	2.2
H, м	20.0	26.0	37.0	50.0	44.0	52.0	66.0	74.0	88.0	94.0
η, %	77	72	84	88	92	86	94	88	64	91

### Лекция 1.7. Типы ГеоТЭС

Рассматриваемые вопросы

ГеоТЭС с прямым использованием природного пара

ГеоТЭС с конденсационной турбиной

**Практическая работа 1.3.** Определить допустимую геометрическую высоту всасывания  $H_s$  для осевого насоса, при которой в насосе не будет кавитации. Атмосферное давление  $p_{атм} = 10^5$  Па. Отметку нижнего бьефа  $h_{нб}$ , потери напора во всасывающем трубопроводе  $h_{вс}$ , температуру воды  $t$  для вычисления давления насыщенного водяного пара  $p_H(t)$  принять из таблицы 3 согласно варианта. Подача насоса  $Q = 5.2$  м<sup>3</sup>/с, допустимый кавитационный запас  $\Delta h_{доп}$  при такой подаче равен 12.0 м.

$$H_s \leq (p_{атм}/\rho g) - (h_{нб}/900) - \Delta h_{доп} - h_{вс} - (p_H/\rho g)$$

Таблица 3

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$h_{нб}$ , м	0	50	75	100	110	120	140	160	180	200
$h_{вс}$ , м	4.0	5.0	6.0	6.5	6.6	4.8	6.8	5.4	5.3	5.9
$t$ , °C	20	24	25	30	35	40	45	46	48	50

Параметр	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$h_{нб}$ , м	250	300	400	500	550	600	660	680	700	720
$h_{вс}$ , м	4.2	4.9	4.8	5.1	5.2	5.4	5.5	5.6	5.7	6.0
$t$ , °C	20	24	25	30	35	40	45	46	48	50

Параметр	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$h_{нб}$ , м	250	300	400	500	550	600	660	680	700	720
$h_{вс}$ , м	3.3	5.5	5.8	5.9	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.1
$t$ , °C	55	58	60	66	68	70	69	56	60	48

Параметр	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
$h_{нб}, м$	0	50	75	100	110	120	140	160	180	200
$h_{вс}, м$	3.3	5.5	5.8	5.9	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.1
$t, ^\circ C$	55	58	60	66	68	70	69	56	60	48

### ***Лекция 1.8. Типы ГеоТЭС(продолжение)***

Рассматриваемые вопросы:

ГеоТЭС с бинарным циклом на воде

ГеоТЭС с бинарным циклом на низкокипящем рабочем теле

ГеоТЭС комбинированного типа

## **Раздел 2.**

### **Лекция 2.1. Существующие виды извлечения химических соединений из геотермального флюида**

Рассматриваемые вопросы:

Кремнезем и методы его извлечения

Извлечение борной кислоты

Извлечение лития, рубидия, цезия и других

микроэлементов

#### ***Практическая работа 2.1. Семинар на тему: «Перспективы извлечения химических соединений из термальных вод»***

Обсуждаемые вопросы:

Кремнезем и методы его извлечения

Извлечение борной кислоты

Извлечение лития, рубидия, цезия и других

микроэлементов

### ***Лекция 2.2. Использование термальных вод в сельском хозяйстве***

Рассматриваемые вопросы:

Использование термальных вод для полива сельскохозяйственных культур.

Использование термальных вод для отопления теплично-парниковых хозяйств.

#### ***Практическая работа 2.2. Семинар на тему: «Перспективы использования термальных вод в сельском хозяйстве Камчатского края»***

Обсуждаемые вопросы:

Перспективы использования термальных вод

Проблемы связанные с использованием термальных вод

### ***Лекция 2.3. Геотермальное теплоснабжение***

Рассматриваемые вопросы:

Принципиальная схема геотермального теплоснабжения с теплообменниками

Принципиальная схема геотермального теплоснабжения с параллельной подачей геотермальной воды на отопление и горячее водоснабжение.

Принципиальная схема бессливной системы геотермального теплоснабжения.

Принципиальная схема геотермального теплоснабжения с применением теплового насоса.

#### ***Практическая работа 2.3. Выбор принципиальной и построение развернутой схемы геотермального теплоснабжения***

***Обсуждаемые вопросы:***



**Задание 1.** Принципиальная схема использования месторождения

**Задание 2.** Построение развернутой схемы

**Лекция 2.4. Бальнеологические ресурсы. Проблемы и перспективы использования.**

Рассматриваемые вопросы:

Понятие бальнеологических ресурсов

Классификация бальнеологических ресурсов

Использование бальнеологических ресурсов

**Лекция 2.5. Бальнеологические ресурсы Камчатки**

Рассматриваемые вопросы:

Термальные воды Камчатки

Классификация термальных вод Камчатки

Проблемы и перспективы использования

**Практическая работа 2.4.** а) Пользуясь формулами теории подобия, вычислить параметры модельного насоса, геометрически и кинематически подобного натурному:  $Q_M$ ,  $H_M$ ,  $N_M$ ,  $\eta_M$ . Параметры натурального насоса  $Q_N$ ,  $H_N$ ,  $N_N$ ,  $\eta_N$  следует принять по таблице 1 согласно варианта. Коэффициент геометрического подобия  $i_D = (D_N/D_M)$  и частотного подобия  $i_n = (n_N/n_M)$  также принять по таблице 1.

$$Q_M = Q_N \cdot i_D^{-3} \cdot i_n^{-1}$$

$$H_M = H_N \cdot i_D^{-2} \cdot i_n^{-2}$$

$$N_M = N_N \cdot i_D^{-5} \cdot i_n^{-3}$$

$$\eta_M = 1 - (1 - \eta_N) \cdot i_D^{0.45} \cdot i_n^{0.2}$$

б) Вычислить коэффициент быстроходности  $n_s$  насоса, характеристики которого даны в таблице 1 согласно варианта. Частоту вращения рабочего колеса насоса принять  $n_n$  равной 80 об/мин.

$$n_s = 3.65 \cdot Q_N^{0.5} \cdot H_N^{-0.75} \cdot n_n$$

**Лекция 2.6. Извлечение химических соединений из геотермального флюида на Камчатке**

**Рассматриваемые вопросы:**

Процессы мембранного извлечения коллоидного кремнезема из геотермального сепарата

**Лекция 2.7. Перспективы геотермальной энергетики Камчатки**

*Рассматриваемые вопросы:*

Перспективные направления развития

Проблемы защиты окружающей среды

**Самостоятельная работа студентов по разделу 2.**

В рамках контроля СРС по раздел 2 предусмотрена подготовка и защита рефератов по одной из ниже представленных тем.

1. Термальные воды Камчатки
2. Термальные воды Дальнего Востока
3. Схема высокотемпературной гидротермальной системы.
4. Конвективные и кондуктивные гидротермальные системы.
5. Схема геотермальной электростанции с непосредственным использованием пара.
6. Схема геотермальной электростанции с конденсационной турбиной и прямым использованием природного пара
7. Схема ГеоЭС с паропреобразователем.
8. Схема ГеоЭС с бинарным энергоблоком.
9. Аппараты вихревого конденсационного обогащения.

10. Сравнение типов технологических аппаратов.

**4.Образовательные и информационные технологии**

Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Лекции	Демонстрация презентационного лекционного материала	12
Практические занятия	Выполнение практических заданий.	24
Итого		36

**5. Перечень планируемых результатов**

Показатели, критерии оценки сформированности компетенции, шкала оценивания результатов освоения компетенций по уровням освоения

Уровень освоения	Критерии освоения	Показатели и критерии оценки сформированности компетенции	Шкала оценивания
Продвину тый	<i>Компетенция сформирована.</i>  Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка	Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием <b>знаний, умений и навыков</b> , полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин.	«отлично» зачтено
Базовый	<i>Компетенция сформирована.</i>  Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности и устойчивого практического навыка	Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение <b>знаний, умений и навыков</b> при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне.	«хорошо» зачтено
Порогов ый	<i>Компетенция сформирована.</i>  Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности и практического навыка	Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении <b>знаний, умений и навыков</b> к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.	«удовлетворительно» зачтено
Низкий	<i>Компетенция не сформирована</i>  Демонстрируется отсутствие самостоятельности	Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие <b>знаний</b> при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в	«неудовлетворительно» зачтено

	и и практического навыка	применении <i>умения</i> к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить <i>навык</i> повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.	
--	--------------------------	--	--

## 7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### *Перечень вопросов итогового контроля знаний*

1. Понятие о невозобновляемых источниках энергии.
2. Понятие о возобновляемых источниках энергии.
3. Геотермический градиент и геотермическая ступень.
4. Тепловой поток Земли.
5. Классификация термальных вод
6. Химический состав термальных вод
7. Классификация месторождений термальных вод
8. Термальные воды Камчатки
9. Термальные воды Дальнего Востока
10. Методы исследования термальных вод.
11. Схема высокотемпературной гидротермальной системы.
12. Конвективные и кондуктивные гидротермальные системы.
13. Схема геотермальной электростанции с непосредственным использованием пара.
14. Схема геотермальной электростанции с конденсационной турбиной и прямым использованием природного пара
15. Схема ГеоЭС с паропреобразователем.
16. Схема ГеоЭС с бинарным энергоблоком.
17. Принципиальная схема геотермального теплоснабжения с теплообменниками.
18. Принципиальная схема геотермального теплоснабжения параллельной подачей геотермальной воды на отопление и горячее водоснабжение.
19. Принципиальная схема бессливной системы геотермального теплоснабжения.
20. Принципиальная схема геотермального теплоснабжения с применением теплового насоса.
21. Использование термальных вод в сельском хозяйстве.
22. Использование термальных вод для целей бальнеологии.
23. Термальные воды- сырье для химической промышленности.

## 8. Рекомендуемая литература

### *Основная*

1. Развитие возобновляемых источников энергии в России: возможности и практика– М.: ОМННО, 2011.

### *Дополнительная*

2. Гаджиев А.Г., Султанов Ю.И., Ригер П.Н. Геотермальное теплоснабжение. -М.: Энергоиздат, 2007.
3. Белоусов В.И. Геология геотермальных полей в области современного вулканизма. -М.: Наука, 2008.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В рамках освоения учебной дисциплины «Эксплуатация геотермальных месторождений» предусмотрены следующие виды учебных занятий:

- лекционного типа;
- практические занятия;
- 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.

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.

## 10. Материально-техническая база

В учебном кабинете имеется набор мебели ученической, информационный стенд, карты, весы, Рн-метр переносной, прибор М371, анемометр крыльчатый 0,3-0,5 м/с, анемометр чашечный 1-20 м/с, прибор МВ-4М, прибор М4100, вольтметр, прибор МВ.

Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, телевизор, DVD проигрыватель)

Для самостоятельной работы обучающихся используются кабинеты 6-214 и 6-314; каждый кабинет оборудован комплектом учебной мебели, двумя рабочими станциями с доступом в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» и в электронно-образовательную среду организации, принтером и сканером.

## Распределение часов по темам занятий (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование разделов	Количество часов		
		ЛК	ПЗ	СРС
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1.	<b>Развитие геотермальной энергетики.</b> Становление геотермии как науки	2	2	30

	<p>Геотермальные ресурсы  <b>Происхождение и признаки геотермальных месторождений</b>          Происхождение геотермальных месторождений          Признаки геотермальных месторождений  <b>Виды геотермальных месторождений</b>          Классификация геотермальных месторождений          Механизм образования геотермального флюида  <b>Методы исследования термальных вод</b>          Методы исследования термальных вод в России          Методы исследования термальных вод в мире  <b>Термальные воды Дальнего Востока</b>          Классификация термальных вод          Химический состав термальных вод  <b>Виды эксплуатации геотермальных месторождений</b>          Виды эксплуатации          Влияние на окружающую среду  <b>Типы ГеоТЭС</b>          ГеоТЭС с прямым использованием природного пара          ГеоТЭС с конденсационной турбиной  <b>Типы ГеоТЭС</b>          ГеоТЭС с бинарным циклом на воде          ГеоТЭС с бинарным циклом на низкокипящем рабочем теле          ГеоТЭС комбинированного типа</p>			
2.	<p><b>Существующие виды извлечения химических соединений из геотермального флюида</b>          Кремнезем и методы его извлечения          Извлечение борной кислоты          Извлечение лития, рубидия, цезия и других микроэлементов  <b>Использование термальных вод в сельском хозяйстве</b>          Использование термальных вод для полива сельскохозяйственных культур.          Использование термальных вод для отопления теплично-парниковых хозяйств.  <b>Геотермальное теплоснабжение</b>          Принципиальная схема геотермального теплоснабжения с теплообменниками          Принципиальная схема геотермального теплоснабжения с параллельной подачей геотермальной воды на отопление и горячее водоснабжение.          Принципиальная схема бессливной системы геотермального теплоснабжения.          Принципиальная схема геотермального теплоснабжения с применением теплового насоса.  <b>Бальнеологические ресурсы. Проблемы и перспективы использования.</b></p>	2	2	30

Понятие бальнеологических ресурсов Классификация бальнеологических ресурсов Использование бальнеологических ресурсов <i>Бальнеологические ресурсы Камчатки</i> Термальные воды Камчатки Классификация термальных вод Камчатки Проблемы и перспективы использования <i>Извлечение химических соединений из          геотермального флюида на Камчатке</i> Процессы мембранного извлечения коллоидного кремнезема из геотермального сепарата <i>Перспективы геотермальной энергетики          Камчатки</i> Перспективные направления развития Проблемы защиты окружающей среды			
<b>Итого:</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>60</b>

## Дополнения и изменения в рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе за \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Эксплуатация геотермальных месторождений» для направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» вносятся следующие дополнения и изменения:

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

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(Ф.И.О.)