

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  
«14» 03 2021 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ»

По программе подготовки 20.03.02. «Природообустройство и  
водопользование»  
(уровень бакалавриат)

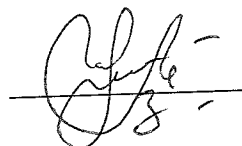
профиль  
«Комплексное использование и охрана водных ресурсов»

Петропавловск-Камчатский  
2021

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Составитель рабочей программы

Доцент каф. ЗОС, к.т.н., доц.

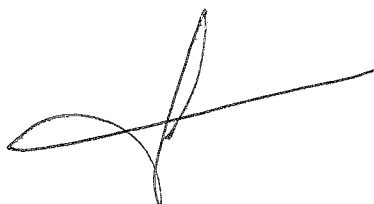


Горбач В.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Защита окружающей среды и водопользование», протокол № 08 от «12» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой «Защита окружающей среды и водопользование» к.г.н., доц.

«18» марта 2021 г.



Л.М. Хорошман

## 1. Цель и задачи учебной дисциплины

Целью курса возобновляемые источники энергии – является изучение студентами использования различных видов источников энергии.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:  
ПК-4 – способен выполнять работы по модернизации и совершенствованию технологических процессов очистки сточных вод и обработки осадков.

Таблица – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-4	Способен выполнять работы по модернизации и совершенствованию технологических процессов очистки сточных вод и обработки осадков	<b>Знать:</b> современные энергосберегающие и доступные передовые технологии	ИД-1 <sub>ПК-4</sub>
		<b>Уметь:</b> определять экономические потребности и рационально использовать ресурсы, в том числе трудовые	ИД-3 <sub>ПК-4</sub>
		<b>Владеть:</b> опытом исследований в области технологических процессов систем водоснабжения и водоотведения	ИД-2 <sub>ПК-4</sub>

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору

### Связь с предшествующими и последующими дисциплинами

№ п/п	Наименование дисциплины	Наименование разделов дисциплины в рабочей программе, на которые опирается изложение и изучение данного курса
1	Высшая 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	Метеорология и основы климатологии	Строение атмосферы, составляющие радиационного, теплового и водного баланса Земли, процесс общей циркуляции атмосферы, процессах испарения и конденсации влаги, выпадения осадков, об опасных метеорологических явлениях и меры борьбы с ними, климатах и факторах их формирования. Агроклиматическое райнирование.
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	Гидравлика	Вода и ее свойства. Гидростатика. Гидродинамика.
7	Водное хозяйство и основы водохозяйственного проектирования.	Виды водопользования. Водохозяйственные системы.

#### Связь с последующими дисциплинами

№ п/п	Наименование дисциплины	Наименование разделов дисциплины в рабочей программе, на которые опирается изложение и изучение данного курса
1	Геоинформационные системы и мониторинг водных объектов	Современные методы теории систем и системного анализа применительно к изучению и анализу качества внешней среды. Оценка характера и направленности техногенных воздействий на внешнюю среду и ее качество по результатам мониторинга. Навыками работы с геоинформационными системами. Комплексная экологическая оценка качества территорий с использованием картографии, кадастров, ГИС. Основные требования, предъявляемые к мониторингу на различных уровнях управления. Методы оценки возможных изменений климата, связанных с антропогенным воздействием. Аэрокосмические и другие дистанционные методы сбора информации.
2	Комплексное использование водных объектов	Рациональное использование и охрана водных ресурсов. Виды водопользования. Водные мелиорации.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Распределение учебных часов

Наименование вида учебной нагрузки	Раздел 1	Раздел 2	Итого
Лекционные занятия	9	8	17
Лабораторные занятия	не предусмотрены	не предусмотрены	
Практические занятия	17	17	34
Самостоятельная работа			21
Курсовая работа	Не предусмотрена		

Зачет		+
Итого в зачетных единицах		2
<b>Итого часов</b>		<b>72</b>

## 4.2. Содержание дисциплины

### *Раздел 1. Общие сведения о возобновляемых источниках энергии*

#### **Лекция 1.1. Введение и общие сведения о возобновляемых источниках энергии**

Рассматриваемые вопросы:

Развитие энергетики и состояние окружающей среды.

Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.

Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основные задачи при проектировании и эксплуатации гидроэлектростанций и насосных станций.

Краткий исторический обзор развития гидроэнергетики и машинного водоподъема.

Типы гидравлических машин и гидросиловых установок и их энерго-экономические показатели

Роль гидроэлектростанций и насосных станций в водохозяйственных комплексах, энергокомплексов и в создании территориально-производственных комплексов.

#### **Лекция 1.2. Лопастные насосы.**

Рассматриваемые вопросы:

Классификация лопастных насосов и их маркировка. Область применения насосов различных марок по подаче и напору.

Конструкции центробежных, осевых и диагональных насосов.

Принцип действия центробежных насосов. Течение жидкости в каналах рабочего колеса.

Вход жидкости на рабочее колесо и выход из него. Основное уравнение центробежного насоса. Зависимость теоретического напора центробежного насоса от числа лопастей рабочего колеса. Действительный напор центробежного насоса.

Краткая теория осевых насосов.

Теория подобных лопастных насосов Критерии подобия. Коэффициент быстроходности лопастных насосов.

Классификация лопастных насосов по коэффициенту быстроходности.

Кавитация в лопастных насосах: понятие, принципы возникновения, воздействия на детали и работу насоса. Меры борьбы с возникновением и последствиями кавитации в лопастных насосах. Кавитационные испытания насосов. Критический и допустимый кавитационные запасы.

Характеристики лопастных насосов: рабочие, универсальные, безразмерные. Виды и особенности характеристик различных типов насосов. Совместная работа насоса с трубопроводом. Рабочая точка. Способы регулирования работы насосов. Условия пуска лопастных насосов.

Параллельная и последовательная работа насосов.

Испытания лопастных насосов.

#### **Лекция 1.3. Другие типы насосов и водоподъемников**

Рассматриваемые вопросы:

Классификация объемных насосов. Принцип действия, конструкции и области применения различных типов объемных насосов.

Принцип действия, конструкции и области применения вихревых, шнековых, вибрационных и струйных насосов.

#### **Лекция 1.4. Гидравлические турбины.**

Рассматриваемые вопросы:

Классификация турбин и их маркировка. Область применения турбин различного вида по напору.

Конструкции турбин различных видов: осевых поворотно-лопастных, горизонтальных осевых, диагональных, радиально-осевых, ковшовых, двукратных, наклонно-струйных.

Принцип действия турбин и определение их параметров: расхода, напора, мощности и КПД. Основное уравнение работы турбины.

Принципы моделирования. Уравнения подобия.

Кавитация и допустимая высота отсасывания.

Энергетические характеристики турбин.

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

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

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
$\eta$ , %	65	70	75	80	85	82	92	90	94	78
$i_D$	2.8	3.2	4.0	6.0	5.0	4.2	4.4	8.0	10.0	8.6
$i_n$	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
$\eta$ , %	65	70	75	80	85	82	92	90	94	78
$i_D$	4.4	4.6	4.8	5.2	5.4	5.8	5.6	5.9	6.6	8.0
$i_n$	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
$\eta$ , %	65	70	75	80	85	82	92	90	94	78
$i_D$	6.0	6.2	8.4	9.2	10.2	2.6	2.7	3.8	4.6	7.6
$i_n$	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
$\eta$ , %	77	72	84	88	92	86	94	88	64	91
$i_D$	2.8	3.2	4.0	6.0	5.0	4.2	4.4	8.0	10.0	8.6
$i_n$	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	1.2	1.4	1.8	2.2

**Лекция 1.5. Научные принципы и технические проблемы использования возобновляемых источников энергии**

Рассматриваемые вопросы:

Основы использования возобновляемых источников энергии.

Источники энергии на Земле. Основные понятия и определения. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Показатели количества и качества энергии. Солнце и атом - первичные и единственные источники энергии на Земле. Формы трансформации

и аккумуляции солнечной энергии. Энергия в атмосфере, гидросфере и биосфере. Научные принципы и технические проблемы использования возобновляемых источников энергии.

**Лекция 1.6. Потребление энергии и его экономические результаты.**

Рассматриваемые вопросы:

Рост потребления энергии, как показатель развития общества. Структура и эффективность затрат на получение энергии.

Масштабы, эффективность и плотность использования энергии. Энергетическое районирование земного шара. Экономические и экологические проблемы развития энергетики.

**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
$\eta$ , %	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
$\eta$ , %	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
$\eta$ , %	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
$\eta$ , %	77	72	84	88	92	86	94	88	64	91

**Лекция 1.7. Основы использования водной энергии.**

Рассматриваемые вопросы

Энергетический потенциал рек и основные схемы его использования. Типы гидроэлектростанций (ГЭС). Режим реки и его изменение при строительстве ГЭС. Водоохранилища.

Состав сооружений гидроузлов и конструктивные схемы ГЭС. Основы проектирования речных ГЭС. Экологические проблемы гидроэнергетики

**Практическая работа 1.3. Определить допустимую геометрическую высоту всасывания H<sub>s</sub> для осевого насоса, при которой в насосе не будет кавитации.** Атмосферное давление  $p_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$ . Отметку нижнего бьефа  $h_{\text{нб}}$ , потери напора во всасывающем трубопроводе  $h_{\text{вс}}$ , температуру воды t для вычисления давления

насыщенного водяного пара  $p_n(t)$  принять из таблицы 3 согласно варианта. Подача насоса  $Q = 5.2 \text{ м}^3/\text{с}$ , допустимый кавитационный запас  $\Delta h_{\text{доп}}$  при такой подаче равен 12.0 м.  
 $H_s \leq (p_{\text{атм}}/\rho g) - (h_{\text{нб}}/900) - \Delta h_{\text{доп}} - h_{\text{вс}} - (p_n/\rho g)$

Таблица 3

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

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

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

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

### **Лекция 1.8. Малая гидроэнергетика**

Рассматриваемые вопросы:

Краткий исторический обзор. Потенциал малой гидроэнергетики. Классификация и схемы малых ГЭС. Водохозяйственные и водно-энергетические расчеты малых ГЭС.

Основы проектирования малых ГЭС (МГЭС). Основное оборудование МГЭС. Гидросиловое оборудование. Электротехническое оборудование. Стандартизация и автоматизация малых ГЭС.

Сооружения комплексных гидроузлов с малыми ГЭС. Схемы строительства МГЭС.

Водохранилища малых ГЭС и их воздействие на окружающую среду

### ***Раздел 2. Научные принципы и технические проблемы использования возобновляемых источников энергии***

#### **Лекция 2.1. Энергия приливов**

Рассматриваемые вопросы:

Приливные электростанции (ПЭС). Расчеты энергетического потенциала. Классификация и конструктивные схемы ПЭС. Основное оборудование. Особенности строительства ПЭС.

Работа ПЭС в комплексе с другими источниками электроэнергии.

Опыт строительства и эксплуатации. Воздействие ПЭС на окружающую среду.

#### **Лекция 2.2. Энергия течений.**

Рассматриваемые вопросы:

Электростанции, использующие энергию течений. Наплавные и стационарные речные электростанции. Конструктивные схемы. Использование энергии океанических течений.

Волновые электростанции. Конструктивные схемы. Энергетическая и экономическая эффективность волновой энергетики.



**Практическая работа 2.1. Определить допустимую высоту отсасывания  $H_s$  для турбины с заданными напором  $H$ , расходом воды  $Q$ , КПД  $\eta$ , частотой вращения рабочего колеса  $n=100$  об/мин. Использовать формулы для определения высоты отсасывания  $H_s$ , коэффициента кавитации  $\sigma$  и быстроходности турбины  $n_s$ , приведенные ниже. Температуру воды принять, равной  $20^\circ\text{C}$ . Параметры  $H$ ,  $Q$ ,  $\eta$ ,  $h_{нб}$  принять согласно варианта по таблице 5.**

$$H_s = (p_{\text{атм}}/\rho g) - (p_{\text{н}}/\rho g) - (h_{\text{нб}}/900) - \sigma_T \cdot H$$

$$\sigma_T = 1.15 \cdot \sigma$$

$$\sigma = (n_s + 30)^{1.8}/200000$$

$$n_s = n \cdot (1.36 \cdot N_{\text{кВт}})^{0.5} / H^{1.25}$$

$N_{\text{кВт}}$  – мощность турбины  $N$ , выраженная в кВт:

$$N_{\text{кВт}} = N/1000$$

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

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	220	330	360	180	230	310	210	270	360	400
$H, \text{ м}$	80	100	120	110	84	92	106	110	120	88
$\eta$	92	88	96	94	89	86	91	93	84	98
$h_{\text{нб}}, \text{ м}$	110	320	160	180	206	280	400	228	330	360

Параметр	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	190	240	260	280	340	350	410	420	315	450
$H, \text{ м}$	90	92	106	104	101	102	92	160	124	136
$\eta$	92	88	96	94	89	86	91	93	84	98
$h_{\text{нб}}, \text{ м}$	96	128	148	168	220	246	380	390	406	366

Параметр	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	185	196	215	335	345	426	376	386	426	436
$H, \text{ м}$	80	100	120	110	84	92	106	110	120	88
$\eta$	89	90	86	92	94	96	81	91	85	88
$h_{\text{нб}}, \text{ м}$	122	132	154	169	210	230	254	268	274	324

Параметр	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	438	229	348	424	346	410	326	404	306	298
$H, \text{ м}$	170	94	126	156	146	126	96	110	120	100
$\eta$	89	90	86	92	94	96	81	91	85	88
$h_{\text{нб}}, \text{ м}$	126	186	225	325	425	336	236	299	334	385

### **Лекция 2.3. Использование энергии солнца и ветра.**

Рассматриваемые вопросы:

Принципиальные схемы использования энергии солнца. Прямое преобразование энергии солнечного излучения. Фотоэлементы и солнечные батареи. Фотосинтез и процессы формирования органического тепла.

Солнечные нагреватели и печи. Солнечные пруды.

Классификация и конструктивные схемы солнечных электростанций (СЭС). Опыт проектирования, строительства и эксплуатации. Работа солнечных электростанций в комплексе с другими источниками энергии. Воздействие солнечных электростанций на окружающую среду

Использования энергии ветра.

Энергия ветра. Режим ветра в свободной атмосфере и в приземных слоях. Турбулентность. Воздействие ветра на здания и сооружения. Ветровые кадастры и атласы.

Использование энергии ветра. Ветроэнергетический потенциал. Схемы преобразования энергии ветра. Ветровые электростанции (ВЭС) и ветронасосные установки (ВНУ). Основы аэродинамического расчета.

Изолированные и системные ветроагрегаты. Области применения. Принципы проектирования, строительства и эксплуатации ВЭС. Техничко-экономические показатели. Воздействие ВЭС на окружающую среду. Проблемы и перспективы ветроэнергетики

**Практическая работа 2.2.** *Определить расход воды  $Q$  гидротурбины ГЭС, имеющей определенную мощность  $N$ , напор  $H$  и КПД  $\eta$ .* Параметры турбины принять по таблице 4 согласно варианта.

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

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N, МВт	400	500	600	650	480	490	510	360	220	400
H, м	80	100	120	110	84	92	106	110	120	88
$\eta$	92	88	96	94	89	86	91	93	84	98

Параметр	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
N, МВт	300	320	360	450	510	200	280	260	410	610
H, м	90	92	106	104	101	102	92	160	124	136
$\eta$	92	88	96	94	89	86	91	93	84	98

Параметр	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N, МВт	330	440	490	590	240	240	290	560	460	480
H, м	80	100	120	110	84	92	106	110	120	88
$\eta$	89	90	86	92	94	96	81	91	85	88

Параметр	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
N, МВт	300	320	360	450	510	200	280	260	410	610
H, м	170	94	126	156	146	126	96	110	120	100
$\eta$	89	90	86	92	94	96	81	91	85	88

**Лекция 2.4.** *Использование энергии деления ядер и термоядерного синтеза.*

Опыт проектирования, строительства и эксплуатации атомных электростанций (АЭС). Экологические аспекты атомной энергетики.

Биоэнергетика.

Классификация биотоплива, технология и схемы его получения и использования. Современные перспективы развития биоэнергетики.

**Лекция 2.5.** *Использование низкотемпературного тепла земли, воды, воздуха*

Рассматриваемые вопросы:

Геотермальные электростанции. Принципиальные схемы и основное оборудование геотермальных электростанций. Особенности строительства геотермальных электростанций и их воздействие на окружающую среду.

**Практическая работа 2.3.** *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.

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

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

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

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

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

$$n_s = 3.65 \cdot Q_H^{0.5} \cdot H_H^{-0.75} \cdot n_H$$

### **Лекция 2.6. Нетрадиционные источники энергии.**

Использование бытового и промышленного мусора. Термоэлектрические генераторы и термоэмиссионные преобразователи. Топливные элементы. Водородная энергетика. Магнетогидродинамические генераторы. Гидроосмотические электростанции. Гелиокосмические энергосборники. Аккумуляция и передача энергии на расстояние.

### **Лекция 2.7. Перспективные направления в области нетрадиционных источников энергии. Социальные аспекты и безопасность использования различных видов энергии для окружающей среды**

*Рассматриваемые вопросы:*

Обзор основных результатов и перспективных направлений в области использования возобновляемых и нетрадиционных источников энергии. Определение степени риска использования различных видов энергии. Социальные аспекты и безопасность для окружающей среды

### **СРС**

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

Понятие о возобновляемых и невозобновляемых источниках энергии. Основные типы источников энергии. Связь потребности общества в энергии с численностью населения и удельным национальным доходом.

Качество источников энергии.

Плотность потоков энергии возобновляемых и невозобновляемых источников. Температурные градиенты и тепловые потоки в земной коре. Качество геотермальной энергии.

Классы геотермальных районов. Экономическая целесообразность использования различных классов.

Способы использования геотермальной энергии.

Приливные электростанции.

Перспективы ветровой энергетике.

## **5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся**

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 (семинарским) занятиям;

- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме творческих заданий, кейс-стади, докладов;
- подготовка презентаций для иллюстрации докладов;
- выполнение контрольной работы, если предусмотрена учебным планом дисциплины;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине (зачет).

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на проработку рекомендованной литературы с целью освоения теоретического курса, подготовку к практическим (семинарским) занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к семинарским занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

## **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Структура фонда оценочных средств**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Возобновляемые источники энергии» 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.

### **6.2.Перечень вопросов к итоговой аттестации (зачет)**

1. Понятие о насосе. Типы динамических насосов.
2. Типы объемных насосов.
3. Напор насоса. Уравнение Бернулли для насоса.
4. Основное уравнение центробежных насосов – уравнение Эйлера.
5. Уравнение для напора насоса с учетом конечного числа лопастей.
6. Гидравлические потери в насосе. Гидравлический КПД насоса.
7. Объемные потери в насосе. Объемный КПД насоса.
8. Механические потери в насосе. Механический КПД насоса.
9. Полный КПД насоса. Зависимость полного КПД насоса от коэффициента быстроходности и диаметра входа в рабочее колесо.
10. Связь мощности насоса с подачей и напором.
11. Зависимость напора, мощности и КПД насоса от подачи. Оптимальная подача насоса.
12. Совместная характеристика насоса и трубопровода.

13. Характеристики схемы параллельного и последовательного подключения двух насосов к трубопроводу.
14. Принцип работы воздушных подъемников (эрлифтов) и гидроэлеваторов.
15. КПД насоса в режиме работы кинематически подобном с моделью.
16. Кавитация в лопастных насосах. Критический кавитационный запас насосов.
17. Параметры турбин. Формула для напора турбины.
18. Основные виды турбин. Реактивные и активные турбины.
19. Основное энергетическое уравнение турбины (уравнение Эйлера).
20. Связь радиуса колеса активной турбины с радиусом сопла, количеством сопел, КПД турбины, мощностью, угловой частотой вращения колеса, напором. Коэффициент быстроходности.
21. Понятие о возобновляемых и невозобновляемых источниках энергии. Основные типы источников энергии.
22. Связь потребности общества в энергии с численностью населения и удельным национальным доходом.
23. Качество источников энергии.
24. Плотность потоков энергии возобновляемых и невозобновляемых источников.
25. Температурные градиенты и тепловые потоки в земной коре. Качество геотермальной энергии.
26. Классы геотермальных районов. Экономическая целесообразность использования различных классов.
27. Способы использования геотермальной энергии

## **7. Рекомендуемая литература**

### **7.1 Основная литература**

1. Земсков В.И. Возобновляемые источники энергии в АПК, 2014 ЭБС Лань

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Эксплуатация комплексных гидроузлов, методические указания, 2010г., 50 стр., 18 шт., Горбач В.А.

### **7.3 Перечень методических указаний к проведению учебных занятий и самостоятельной работе студентов**

1. Потапов В.В. Гидросиловые установки и возобновляемые источники энергии: Методические указания к изучению дисциплины и выполнению контрольных работ для студентов специальности 280302.65 «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» очной формы обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – 16 с.
2. Потапов В.В. Гидросиловые установки и возобновляемые источники энергии: Методические указания к изучению дисциплины и выполнению контрольных работ для студентов специальности 280302.65 «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» заочной формы обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – 20 с.

### **7.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Библиотека Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/library>. – Загл. с экрана.

2. Российское образование. Федеральный портал [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.edu.ru>.
3. Федеральная ЭБС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – URL: <http://window.edu.ru>.
4. Фонд содействия информатизации образования [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.centrfio.ru>.
5. Электронная библиотека. Интернет-проект «Высшее образование». [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.gaudeamus.omskcity.com/PDF\\_library\\_economic\\_finance.html](http://www.gaudeamus.omskcity.com/PDF_library_economic_finance.html). – Загл. с экрана.
6. Электронные каталоги АИБС MAPKSQL: «Книги», «Статьи», «Диссертации», «Учебно-методическая литература», «Авторефераты», «Депозитарный фонд». – URL: [http://www.vzfei.ru/rus/library/elect\\_lib.htm](http://www.vzfei.ru/rus/library/elect_lib.htm). – Загл. с экрана.
7. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
8. Электронно-библиотечная система «Буквояд»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://91.189.237.198:8778/poisk2.aspx>
9. Электронная библиотека диссертаций РГБ: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.diss.rsl.ru>.

## 8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

**Лекции** посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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.

Конкретные методики, модели, методы и инструменты стратегического анализа, оценки состояния конкурентной среды и т.д. рассматриваются преимущественно на практических занятиях.

**Целью проведения практических (семинарских) занятий** является закрепление знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Практические занятия проводятся, в том числе, в форме семинаров. Для подготовки к занятиям 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.

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, такие как:

### 1. Лекция:

- проблемная лекция, предполагающая изложение материала через проблемность вопросов, задач или ситуаций. 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).

## 2. Семинар:

– тематический семинар - этот вид семинара готовится и проводится с целью акцентирования внимания обучающихся на какой-либо актуальной теме или на наиболее важных и существенных ее аспектах. Перед началом семинара обучающимся дается задание – выделить существенные стороны темы. Тематический семинар углубляет знания студентов, ориентирует их на активный поиск путей и способов решения затрагиваемой проблемы.

– проблемный семинар - перед изучением раздела курса преподаватель предлагает обсудить проблемы, связанные с содержанием данной темы. Накануне обучающиеся получают задание отобрать, сформулировать и объяснить проблемы. Во время семинара в условиях групповой дискуссии проводится обсуждение проблем.

## 3. Игровые методы обучения:

- Анализ конкретных ситуаций (КС). Под конкретной ситуацией понимается проблема, с которой тот или иной обучаемый, выступая в роли руководителя или иного профессионала, может в любое время встретиться в своей деятельности, и которая требует от него анализа, принятия решений, каких-либо конкретных действий. В этом случае на учебном занятии слушателям сообщается единая для всех исходная информация, определяющая объект управления. Преподаватель ставит перед обучаемыми задачу по анализу данной обстановки, но не формулирует проблему, которая в общем виде перед этим могла быть выявлена на лекции. Обучающиеся на основе исходной информации и результатов ее анализа сами должны сформулировать проблему и найти ее решение. В ходе занятия преподаватель может вводить возмущающее воздействие, проявляющееся в резком изменении обстановки и требующее от обучаемых неординарных действий. В ответ на это слушатели должны принять решение, устраняющее последнее возмущающее воздействие или уменьшающее его отрицательное влияние.

Тестирование – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Текущий контроль знаний осуществляется в форме проведения семинаров, решения задач, тестирования, а также в предусмотренных формах контроля самостоятельной работы. Консультации преподавателя проводятся для обучающихся с целью дополнительных разъяснений и информации по возникающим вопросам при выполнении самостоятельной работы или подготовке к практическим (семинарским) занятиям, подготовке рефератов, а также при подготовке к зачету. Консультации преподавателя проводятся в соответствии с графиком, утвержденным на кафедре, обучающийся может ознакомиться с ним на информационном стенде. Дополнительные консультации могут быть назначены по согласованию с преподавателем в индивидуальном порядке.

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

### **9.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса**

- электронные образовательные ресурсы;
- использование слайд-презентаций;

- изучение нормативных документов на официальном сайте федерального органа исполнительной власти, проработка документов;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

## **9.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса**

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор Microsoft Word;
- пакет Microsoft Office
- электронные таблицы Microsoft Excel;
- презентационный редактор Microsoft Power Point;
- программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат».
- Операционная система Microsoft Windows 7. © Microsoft Corporation. All Rights Reserved. (<http://www.microsoft.com>).
- Пакет прикладных офисных программ, включающий в себя текстовый процессор, средства просмотра pdf-файлов и средства работы с графикой.
- Электронно-библиотечная система «Лань».
- Информационно-поисковая система «Консультант Плюс».

## **9.3 Перечень информационно-справочных систем**

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

## **10 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

В специализированной лаборатории 6-415 «Интергированного мониторинга окружающей среды» находится стенды, плакаты и оборудование, представленное в таблице.

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Количество</b>
1	Ph-метр переносной	2 шт
2	Анемометр	5 шт
3	Гигрометр	5 шт
4	Весы электронные Ohaus UPS-202	1 шт
5	Насос центробежный	2 шт
6	Генератор ГЗ-118	1 шт
7	Модель турбины	1 шт
8	Установка по опреснению морской воды	1 шт
14	Аптечка индивидуальная	1 шт

### **Мультимедийные средства**

1. Телевизор
2. DVD
3. Проектор
4. Экран

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.

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

В рабочую программу по дисциплине «Возобновляемые источники энергии» по направлению 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  
«Защита окружающей среды и водопользование»

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_