

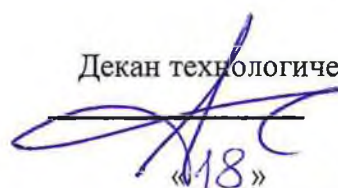
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан технологического факультета
Л.М. Хорошман


«18» 03 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «ГИДРОСИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ
ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ»

для направления 20.03.02 «ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Профиль: Комплексное использование и охрана водных ресурсов

Петропавловск-Камчатский
2020

Рабочая программа по дисциплине «Гидросиловые установки и возобновляемые источники энергии» составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

Составитель рабочей программы

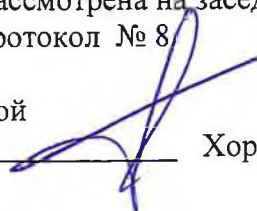
Доцент каф. ЗОС, к.т.н., доц.



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 «Гидросиловые установки и возобновляемые источники энергии»

Целью курса гидросиловые установки и возобновляемые источники энергии – является изучение студентами принципов действия и конструкций различных типов насосов и гидротурбин, использования различных видов источников энергии.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- турбинное и насосное оборудование;
- способы преобразования различных видов энергии в электрическую

иметь навыки:

- подбора насосного оборудования;
- безопасного использования различных видов энергии для окружающей среды;
- выбора источника энергии.

Студент должен иметь навыки:

- проектирования и строительства насосных установок с учетом энергетического и экономического, экологического и социального обоснования факторов.

Компетенция, формируемая при изучении дисциплины:

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	Знать: способы обеспечения требуемого качества выполняемых работ и рационального использования ресурсов	З(ОПК-3)1
		Уметь: обеспечивать требуемым качеством выполняемые работы и рационально использовать ресурсы	У(ОПК-3)1
		Владеть: способами обеспечения требуемого качества выполняемых работ и рациональным использованием ресурсов	В(ОПК-3)1
ПК-1	способностью принимать профессиональные решения при строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования	Знать: объекты природообустройства и водопользования	З(ПК-1)1
		Уметь: принимать профессиональные решения при строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования	У(ПК-1)1
		Владеть: основами экологического проектирования при разработке проектов благоустройства, очистки и восстановления водных объектов	В(ПК-1)1

2. Связь с предшествующими и последующими дисциплинами

Таблица 1. Связь с предшествующими дисциплинами

№ 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	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

Таблица 2. 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.
--	--	-------------

3. Содержание дисциплины

3.1. Распределение учебных часов

Наименование вида учебной нагрузки	Итого
Лекционные занятия	34
Лабораторные занятия	
Практические занятия	34
Самостоятельная работа	
Курсовая работа	
Экзамен	4,1
Итого в зачетных единицах	
Итого часов	72,1

Раздел 1. Общие сведения о гидросиловых установках и возобновляемых источниках энергии

Лекция 1.1. Введение и общие сведения о гидросиловых установках и 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 $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$; подачу Q , напор H и КПД η 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
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	0.02	0.04	0.04	0.05	0.055	0.06	0.065	0.07	0.08	0.1
$H, \text{ м}$	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
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	0.01	0.03	0.034	0.052	0.051	0.066	0.07	0.086	0.09	0.15
$H, \text{ м}$	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
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	0.015	0.033	0.028	0.048	0.049	0.062	0.061	0.076	0.082	0.123
$H, \text{ м}$	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 ³ /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 _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 аккумулирования 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 η 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 ³ /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 ³ /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 ³ /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 ³ /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. 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_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 $p_n(t)$ принять из таблицы 3 согласно варианта. Подача насоса $Q = 5.2$ м³/с, допустимый кавитационный запас $\Delta h_{доп}$ при такой подаче равен 12.0 м.

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

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 , °C	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.

Водоохранилища 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 η , частотой вращения рабочего колеса $n=100$ об/мин. Использовать формулы для определения высоты отсасывания H_s , коэффициента кавитации σ и быстроходности турбины n_s , приведенные ниже. Температуру воды принять, равной 20°C . Параметры H , Q , η , $h_{нб}$ принять согласно варианта по таблице 5.

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

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

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

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

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

$$N_{кВт} = N / 1000$$

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

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
η	92	88	96	94	89	86	91	93	84	98
$h_{нб}, \text{ м}$	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
η	92	88	96	94	89	86	91	93	84	98
$h_{нб}, \text{ м}$	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
η	89	90	86	92	94	96	81	91	85	88
$h_{нб}, \text{ м}$	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
η	89	90	86	92	94	96	81	91	85	88
$h_{нб}, \text{ м}$	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

Использование 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 η . 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
η	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
η	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
η	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
η	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 , η_m . Параметры натурального насоса Q_n , H_n , N_n , η_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. 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.

4. Образовательные и информационные технологии

Таблица 6. Используемые интерактивные образовательные технологии

Виды занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Лекции	Демонстрация презентационного лекционного материала	4
Практические занятия	Коллоквиум, дискуссия с обсуждение ключевых вопросов, коллективное решение творческих задач.	8
Итого		14

5. Перечень планируемых результатов

Таблица 7. 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
Продвинутой	<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 знаний, умений и навыков , 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 знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне.	«хорошо» зачтено
Пороговый	<i>Компетенция сформирована.</i> Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности	Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что	«удовлетворительно» зачтено

	и практического навыка	компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.	
Низкий	<p><i>Компетенция не сформирована</i></p> <p>Демонстрируется отсутствие самостоятельности и практического навыка</p>	<p>Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.</p>	«неудовлетворительно» зачтено

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

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине 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.

Перечень вопросов итогового контроля знаний

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. Самостоятельная работа студента

Аудиторная и внеаудиторная СРС выполняется в соответствии с методическими указаниями:

Хорошман Л.М., Потапов В.В. Гидросиловые установки и возобновляемые источники энергии. Методические указания к изучению дисциплины и выполнению контрольных работ для студентов направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» очной и заочной формы обучения. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2016. – 13 с.

8. Рекомендуемая литература

Основная

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

Дополнительная:

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

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.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы, представленные в рабочей программе;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

Перечень информационно-справочных систем

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

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В рамках освоения учебной дисциплины «Гидросиловые установки и возобновляемые источники энергии» предусмотрены следующие виды учебных занятий:

- лекционного типа;
- лабораторного типа;
- групповых консультаций;
- индивидуальных консультаций;
- самостоятельной работы,

а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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.

Учебные занятия практического типа включают в себя следующие этапы: изучение теоретической части работы; выполнение необходимых расчетов.

9. Материально-техническая база

В специализированной лаборатории 6-415 «Интергрированного мониторинга окружающей среды» находятся стенды, плакаты и оборудование, представленное в таблице 10.

Таблица 10. Оборудование лаборатории

№	Наименование	Количество
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

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

В рабочую программу по дисциплине «Гидросиловые установки и возобновляемые источники энергии» 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.)