

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэлектростанции

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.15
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 7;
Часов (всего) по учебному плану:	252 часа
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	7 семестр - 16 часов;
Консультации	7 семестр - 34 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 149,2 часа;
в том числе на КП/КР	7 семестр - 46,7 часа;
Иная контактная работа	7 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Решение задач	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсовой работы	7 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орахелашвили Б.М.
	Идентификатор	Rd5ae6c88-OrakhelashvBM-6133e8

(подпись)

Б.М.

Орахелашвили

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c6ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

(подпись)

А.Г. Васьков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ рабочего процесса в гидротурбине и конструктивных особенностей ее рабочих органов.

Задачи дисциплины

- ознакомление обучающихся с основами рабочего процесса, условиями подбора и моделирования гидротурбин;
- освоение методики выбора основных расчетных параметров, методов расчета и технической разработки рабочих органов гидротурбины, применительно к условиям конкретных ГЭС;
- изучение способов пересчета основных рабочих энергетических параметров модельных гидротурбин на их натурные прототипы и построения для них эксплуатационных характеристик..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-4 Способен принимать участие в проектировании объектов гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии	ИД-4ПК-4 Умеет выполнять расчёты основных технических показателей элементов электростанций на основе ВИЭ	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- методы решения дифференциальных и алгебраических уравнений;- фундаментальные физические законы движения жидкостей; различные модели реальных потоков жидкостей;- физические основы механики;- методы корректной оценки погрешности при проведении компьютерного и физического эксперимента. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- применять физико-математические методы для решения практических задач;- самостоятельно разбираться в методиках математических расчётов и применять их для выполнения численных и экспериментальных исследований;- использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;- обрабатывать и анализировать результаты.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Гидроэлектростанции (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Энергетическая классификация и основные рабочие органы гидротурбин.	42	7	8	4	6	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Современное состояние и перспективы развития гидромашиностроения России" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Современное состояние и перспективы развития гидромашиностроения России"</p>
1.1	Цели и задачи курса.	21		4	2	3	-	-	-	-	-	12	-	
1.2	Особенности рабочего процесса преобразования энергии потока в механическую энергию на валу у реактивных и активных гидротурбин.	21		4	2	3	-	-	-	-	-	12	-	
2	Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин	26		8	2	4	-	-	-	-	-	12	-	
2.1	Структура потока в рабочих органах гидротурбины	26	8	2	4	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин"</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и</p>	

														<p>разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 5-48, 148-294</p>
3	Кавитация в гидротурбинах	30		8	6	3	-	-	-	-	-	13	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Кавитация в гидротурбинах"
3.1	Условия возникновения и методы предотвращения	30		8	6	3	-	-	-	-	-	13	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции.

	<p>кавитации в гидротурбинах</p>												<p>Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Кавитация в гидротурбинах" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Кавитация в гидротурбинах" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Кавитация в гидротурбинах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение</p>
--	----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

														дополнительного материала по разделу "Кавитация в гидротурбинах" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Кавитация в гидротурбинах". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 102-110
4	Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС	35		8	4	3	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС" <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u>
4.1	Цели и задачи применения современных лабораторных установок для исследования рабочего процесса модельных гидротурбин.	35		8	4	3	-	-	-	-	-	20	-	В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы

													источников: [3], 10-42 [4], 1-115
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	83.0	-	-	-	32	-	4	-	0.3	46.7	-	
	Всего за семестр	252.0	32	16	16	32	2	4	-	0.8	115.7	33.5	
	Итого за семестр	252.0	32	16	16	34		4		0.8	149.2		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Энергетическая классификация и основные рабочие органы гидротурбин.

1.1. Цели и задачи курса.

Классификация и распределение гидроэнергетического потенциала России. Степень освоения экономического гидроэнергетического потенциала в целом и по регионам России. Основные приоритеты развития гидроэнергетики. Создание маневренных мощностей ГАЭС. Перспективы использования приливной энергии..

1.2. Особенности рабочего процесса преобразования энергии потока в механическую энергию на валу у реактивных и активных гидротурбин.

Рабочие органы гидротурбин. Основные рабочие параметры гидротурбин. Принципиальные схемы реактивных и активных гидротурбин. Области использования по напору гидротурбин различных классов и систем..

2. Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин

2.1. Структура потока в рабочих органах гидротурбины

Основное уравнение гидротурбин. Основы моделирования в гидротурбинах при отсутствии кавитации. Условия подобия параметров потока в сходственных режимах работы модельной и натурной гидротурбин. Приведенные величины. Коэффициент быстроходности, как обобщенная характеристика основных свойств гидротурбин различных классов и систем. Лекция 6. Способы регулирования расхода и мощности в гидротурбинах. Условия формирования комбинаторных режимов поворотно-лопастных гидротурбин. Лекция 7. Потери энергии в гидротурбинах. Виды потерь. Коэффициенты полезного действия гидротурбины. Масштабный эффект в гидротурбинах. Турбинные камеры (ТК). Классификация ТК и области их применения. Выбор расчетных параметров и формы меридианного сечения спиральной ТК. Влияние ТК на характеристики гидротурбины. Конструкции ТК. Направляющий аппарат (НА). Назначение и виды НА. Поток, формируемый НА. Силовые характеристики НА. Выбор рациональной силовой схемы регулирования НА. Выбор формы профиля лопатки. Требования, предъявляемые к конструкции НА. Рабочие колеса реактивных гидротурбин. Схемы рабочих колес гидротурбин различных систем. Влияние формы профиля и параметров решетки лопастной системы на профильные потери. Оценка профильных и концевых потерь. Силовые характеристики лопастных систем рабочего колеса гидротурбин. Кинематические схемы регулирования положения лопастей. Схемы экологически безопасных конструкций поворотно-лопастных рабочих колес. Отсасывающие трубы гидротурбин; их назначение и разновидности. Рабочий процесс отсасывающей трубы. Коэффициент восстановления. Потери энергии в отсасывающих трубах. Геометрические параметры и основные соотношения отсасывающих труб в зависимости от системы гидротурбины.

3. Кавитация в гидротурбинах

3.1. Условия возникновения и методы предотвращения кавитации в гидротурбинах

Кавитация в гидротурбинах; условия возникновения кавитации в проточной части гидротурбины. Виды кавитации, стадии ее развития и последствия. Основное уравнение кавитации. Коэффициенты кавитации установки и турбины. Меры по предотвращению и ослаблению последствий кавитации. Методы определения коэффициента кавитации турбины. Определение допустимой высоты отсасывания гидротурбины в условиях ГАЭС..

4. Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГАЭС

4.1. Цели и задачи применения современных лабораторных установок для исследования рабочего процесса модельных гидротурбин.

Методика проведения энергетических испытаний модельных гидротурбин. Получение данных, необходимых для построения универсальных пропеллерных и комбинаторных характеристик модельных гидротурбин. Методика проведения кавитационных испытаний для получения коэффициентов кавитации турбины. Номенклатуры крупных реактивных гидротурбин: осевых, диагональных и радиально-осевых. Принцип построения номенклатурного ряда напоров. Выбор гидротурбины на заданные параметры ГЭС. Пересчет гидравлического КПД модельной гидротурбины на ее натурный прототип. Определение рабочих параметров натурной гидротурбины. Построение рабочих и эксплуатационной характеристик натурной гидротурбины.

3.3. Темы практических занятий

1. Кинематика потока в рабочем колесе осевого типа;
2. Кинематика потока в рабочем колесе радиально-осевого типа;
3. Расчет оптимальных параметров гидротурбины с учетом условий ГЭС;
4. Выбор гидротурбины на заданные параметры ГЭС по энергетическим и кавитационным показателям модели;
5. Пересчет гидравлического КПД модели на ее натурный прототип.
6. Построение рабочих характеристик натурной гидротурбины на заданные параметры ГЭС.
7. Построение эксплуатационной характеристики натурной гидротурбины;
8. Зачетное занятие..

3.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение конструкций гидротурбин на плакатах и макетах;
2. Энергетические испытания модельной гидротурбины;
3. Кавитационные испытания модельной гидротурбины;
4. Зачетное занятие..

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Кавитация в гидротурбинах"
2. Консультации проводятся по разделу "Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультации проводятся по разделу "Современное состояние и перспективы развития гидромашиностроения России"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Современное состояние и перспективы развития гидромашиностроения России"

3. Консультации проводятся по разделу "Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Кавитация в гидротурбинах"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Кавитация в гидротурбинах"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Кавитация в гидротурбинах"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

7 Семестр

Курсовая работа (КР)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 8	9 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	35	35	30	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	35	70	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	1. Выбрать типоразмер гидротурбины, обеспечивающей условия Технического задания
2	2. Рассчитать рабочие характеристики выбранной гидротурбины
3	3. Построить эксплуатационную характеристику и разработать схему гидроагрегата

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
методы корректной оценки погрешности при проведении компьютерного и физического эксперимента	ИД-4ПК-4	+				Тестирование/Энергетическая классификация и основные рабочие органы гидротурбин
физические основы механики	ИД-4ПК-4				+	Решение задач/Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС
фундаментальные физические законы движения жидкостей; различные модели реальных потоков жидкостей	ИД-4ПК-4			+		Тестирование/Энергетические и кавитационные показатели гидротурбин
методы решения дифференциальных и алгебраических уравнений	ИД-4ПК-4		+			Решение задач/Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин
Уметь:						
обрабатывать и анализировать результаты	ИД-4ПК-4		+			Решение задач/Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин
использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности	ИД-4ПК-4	+				Тестирование/Энергетическая классификация и основные рабочие органы гидротурбин
самостоятельно разбираться в методиках математических расчётов и применять их для выполнения численных и экспериментальных исследований	ИД-4ПК-4			+		Тестирование/Энергетические и кавитационные показатели гидротурбин
применять физико-математические методы для решения практических задач	ИД-4ПК-4				+	Решение задач/Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС (Решение задач)
2. Энергетические и кавитационные показатели гидротурбин (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин (Решение задач)
2. Энергетическая классификация и основные рабочие органы гидротурбин (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Итоговая оценка определяется по совокупности результатов текущей работы и ответов на экзамене

Курсовая работа (КР) (Семестр №7)

Итоговая оценка определяется по совокупности результатов текущей работы и ответов на экзамене

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Ковалев, Н. Н. Гидротурбины: Конструкции и вопросы проектирования / Н. Н. Ковалев . – 2-е изд., доп. и перераб. – Л. : Машиностроение, 1971 . – 584 с.;
2. Кривченко, Г. И. Гидравлические машины: Турбины и насосы : Учебник для вузов по специальностям "Гидротехническое строительство речных сооружений и гидроэлектростанций" и "Гидротехническое строительство водных путей и портов" / Г. И. Кривченко . – М. : Энергоатомиздат, 1978 . – 320 с.;
3. Ю. Е. Гаркави, М. И. Смирнов- "Регулирование гидротурбин", Издательство: "Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы", Москва, 1954 - (351 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222617>;
4. Орахелашвили, Б. М. Выбор гидротурбин для ГЭС и разработка схемы гидроагрегата : методическое пособие по курсу "Основное энергетическое оборудование" по направлениям "Электроэнергетика" и "Энергомашиностроение" / Б. М. Орахелашвили, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 24 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Антиплагиат ВУЗ.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-102, Учебная лаборатория гидроаэромеханики	стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, доска маркерная, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, кондиционер, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-102, Учебная лаборатория гидроаэромеханики	стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, доска маркерная, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, кондиционер, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Г-102, Учебная лаборатория гидроаэромеханики	стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, доска маркерная, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, кондиционер, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-102, Учебная лаборатория гидроаэромеханики	стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, доска маркерная, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, кондиционер, стенд учебный
Помещения для	Г-206, Аспирантская	кресло рабочее, стул, шкаф для

самостоятельной работы	кафедры "ГВИЭ"	документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Г-204, Учебная лаборатория "Возобновляемые источники энергии"	стол учебный, стул, трибуна, шкаф для документов, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, лабораторный стенд, ноутбук, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования, сменные запчасти для ЭВМ

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидравлические машины

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Энергетическая классификация и основные рабочие органы гидротурбин (Тестирование)
- КМ-2 Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин (Решение задач)
- КМ-3 Энергетические и кавитационные показатели гидротурбин (Тестирование)
- КМ-4 Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС (Решение задач)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Энергетическая классификация и основные рабочие органы гидротурбин.					
1.1	Цели и задачи курса.		+			
1.2	Особенности рабочего процесса преобразования энергии потока в механическую энергию на валу у реактивных и активных гидротурбин.		+			
2	Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин					
2.1	Структура потока в рабочих органах гидротурбины			+		
3	Кавитация в гидротурбинах					
3.1	Условия возникновения и методы предотвращения кавитации в гидротурбинах				+	
4	Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС					
4.1	Цели и задачи применения современных лабораторных установок для исследования рабочего процесса модельных гидротурбин.					+
Вес КМ, %:			20	20	30	30

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Гидравлические машины

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

КМ-1 выбор гидротурбины

КМ-2 Построение рабочих характеристик

КМ-3 Построить эксплуатационную характеристик и разработать схему гидроагрегата

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	8	12	16
1	1. Выбрать типоразмер гидротурбины, обеспечивающей условия Технического задания		+		
2	2. Рассчитать рабочие характеристики выбранной гидротурбины			+	
3	3. Построить эксплуатационную характеристику и разработать схему гидроагрегата				+
Вес КМ, %:			35	35	30