

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал в г. Душанбе (Республика Таджикистан)

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэлектростанции

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
"ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ"

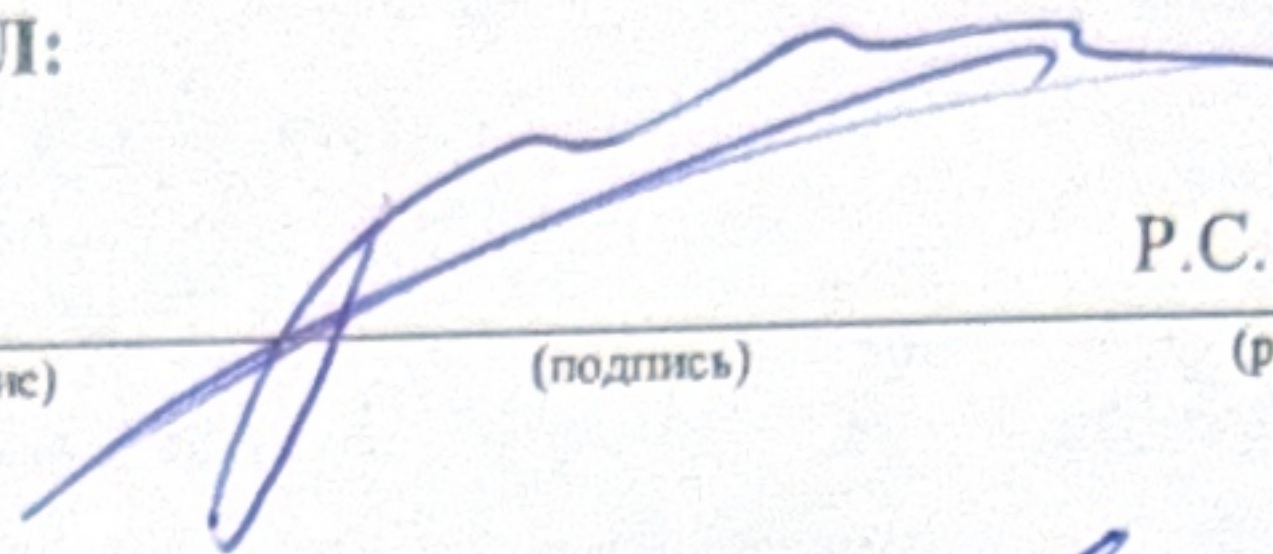
Блок:	Блок 1 «Дисциплины»
Часть цикла:	формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.15
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр – 5
Часов (всего) по учебному плану:	180
Лекции	7 семестр - 32 час
Практические занятия	7 семестр - 16 час
Лабораторные работы	7 семестр - 16 час
Аудиторные консультации по курсовым проектам (работам)	7 семестр - 36 часов
Самостоятельная работа	7 семестр – 39,7 часа
включая:	
курсовая работа	7 семестр – 4,3 часа
рефераты	«учебным планом не предусмотрены».
расчетные задания	«учебным планом не предусмотрены».
Экзамен	7 семестр – 36 часов

Душанбе 2025 г

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Ст. преподаватель кафедры
«Электроэнергетика»

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

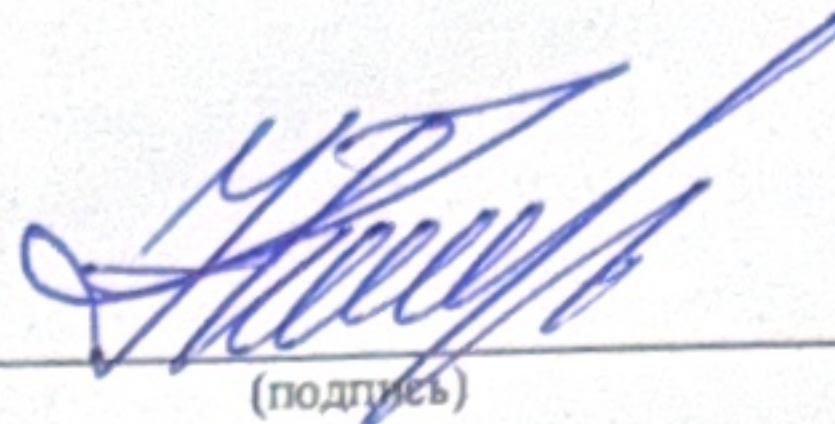
Р.С. Ишан-Ходжаев

(расшифровка подписи)

Согласованно:

Зав. кафедрой Электроэнергетики
к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Х.Б. Назиров

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины состоит в изучении основ рабочего процесса в гидротурбине и конструктивных особенностей ее рабочих органов.

Задачи дисциплины:

- ознакомление обучающихся с основами рабочего процесса, условиями подобия 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 профессиональной деятельности	ИД-1 ПК-4 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, сопоставляет конкурентно-способные варианты технических решений	знать: - фундаментальные физические законы движения жидкостей; различные модели реальных потоков жидкостей; - физические основы механики. уметь: - применять физико-математические методы для решения практических задач.
	ИД-4 ПК-4 Умеет выполнять расчёты основных технических показателей элементов электростанций на основе ВИЭ	знать: - дифференциальное, интегральное исчисления, последовательности и ряды, уметь: - самостоятельно разбираться в методиках математических расчётов и применять их для выполнения численных и экспериментальных исследований; - обрабатывать и анализировать результаты.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (далее - образовательной программы) бакалавриата по профилю «Гидроэлектростанции» направления 13.03.02 «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Высшая математика», «Физика», «Гидромеханика», «Прикладная механика».

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- 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.

уметь:

- 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.

Результаты образования, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Вспомогательное и гидромеханическое оборудование ГЭУ», «Гидротехнические сооружения» и «Теоретические основы гидроэнергетики», при выполнении выпускной квалификационной работы, а также при освоении программы магистерской подготовки по направлению 13.04.02 «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА».

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы						Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по рабочей программе и страниц или § в нем)
				аудиторная				Иные виды контакт. работы	СРС	
				лк	пр	лаб	конс			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Современное состояние и перспективы развития гидромашиностроения России	6	7	2	-	-			4	Устный опрос
2	Энергетическая классификация и основные рабочие органы гидротурбин	27	7	4	4	2	2		13	Тест на знание классификации гидротурбин, [1] гл. 1, 3; [2] гл. 2, 4
3	Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин	41	7	14	4	4	4		10	Тест на знание законов моделирования, [1] гл. 2, [2] гл. 3
4	Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС	42	7	8	6	4	4		2	Выполнение расчетного задания, [1] гл. 4-6, [2] гл. 6, [3 - 9]
5	Кавитация в гидротурбинах. Условия возникновения и методы предотвращения.	31	7	4	2	6	4		3	Тест на умение выбора высоты отсасывания гидротурбины, [2] гл. 5,
	Курсовая работа	66	7				22	4	5	Согласно графику выполнения
	Зачет	3						0,3	2,7	Согласно программе зачета
	Экзамен	36	7							Согласно программе экзамена
	Итого:	180		32	16	16	36	4,3	39,7	

3.2 Краткое содержание разделов

7 семестр

1. Современное состояние и перспективы развития гидромашиностроения

России.

Лекция 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.

2. Энергетическая классификация и основные рабочие органы гидротурбин.

Лекция 2.

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

Лекция 3.

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

3. Основы рабочего процесса реактивных гидротурбин

Лекция 4.

Гипотеза осевой симметрии потока в проточной части гидротурбины. Структура потока в рабочих органах гидротурбины. Основное уравнение гидротурбин.

Лекция 5.

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.

Лекция 8.

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.

Лекция 9.

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.

Лекция 10.

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.

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

Лекция 11.

Обзор 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.

Лекция 12.

Методика проведения кавитационных испытаний для получения коэффициентов кавитации турбины.

Номенклатуры крупных реактивных гидротурбин: осевых, диагональных и радиально-осевых. Принцип построения номенклатурного ряда напоров.

Лекция 13.

Выбор гидротурбины на заданные параметры ГЭС.

Пересчет гидравлического КПД модельной гидротурбины на ее натурный прототип.

Лекция 14.

Определение рабочих параметров натурной гидротурбины. Построение рабочих и эксплуатационной характеристик натурной гидротурбины.

5. Кавитация в гидротурбинах. Условия возникновения и методы предотвращения.

Лекция 15.

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.

Лекция 16.

Меры по предотвращению и ослаблению последствий кавитации. Методы определения коэффициента кавитации турбины. Определение допустимой высоты отсасывания гидротурбины в условиях ГЭС.

3.3. Темы практических занятий

7 семестр

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. Темы рефератов

«Рефераты учебным планом не предусмотрены»

3.6. Темы курсовых работ - «Выбор гидротурбины на заданные параметры ГЭС, расчет её характеристик и разработка компоновочной схемы гидроагрегата».

3.7. Темы курсовых проектов:

«Курсовой проект учебным планом не предусмотрен.

3.8. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Наименование результатов обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 3)	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Формы контроля
	1	2	3	4	5	
Знать:						
теоретические основы рабочих процессов и принципы моделирования в энергетических машинах, аппаратах и установках	X	X			X	Устный опрос. Экзамен
методы пересчета на основании законов подобия основных характеристик модельных гидротурбин на их натурные прототипы, применительно к условиям конкретной ГЭС	X	X	X	X	X	Тестовые задания открытой формы. Устный опрос.
Уметь:						
сделать обоснованный выбор класса, системы и типа гидротурбины на заданные параметры ГЭС			X	X	X	Устный опрос. Решение задач
выполнять обоснованный выбор расчетных параметров и выполнить расчет проточных частей рабочих органов гидротурбины (ПК - 4)		X	X			Расчетное задание. Решение задач. Зачет
Владеть:						
методами проектирования основных элементов гидротурбин		X	X	X		Расчетное задание. Решение задач.
методикой обоснования принятых проектных решений (ПК - 4);				X	X	Тестовые задания открытой формы. Экзамен
Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п.3.1)	6	27	41	42	31	

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

Для текущего контроля успеваемости используются: устные опросы, тестовые вопросы и контроль выполнения расчетного задания.

Аттестация по дисциплине – экзамен. Допуск к экзамену осуществляется после решения всех задач, выполнения и презентации курсовой работы.

Примечание: Оценочные средства (варианты тестов, контрольных работ и др.) приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

5.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература:

1. Справочник по гидротурбинам. Под общей редакцией чл.-корр. АН СССР Н.Н. Ковалева. Л.: Машиностроение, 1984.
2. Кривченко Г.И. Гидравлические машины. М. Энергоатомиздат. 1983.
3. Орахелашвили Б.М. Выбор гидротурбин для ГЭС и разработка схемы гидроагрегата. М.: Изд. дом МЭИ, 2006.

5.2 Дополнительная литература:

4. Белаш И.Г. Разработка конструкций реактивных поворотно-лопастных гидротурбин. М.: Изд. дом МЭИ, 2010.
5. Белаш И.Г. Спиральные камеры гидротурбин. М.: Изд. дом МЭИ, 2011.
6. ОСТ 108.023.15-82, Турбины гидравлические вертикальные поворотно-лопастные и радиально-осевые
7. ОСТ 108.023.107-82, Турбины гидравлические горизонтальные капсульные
8. ОСТ 108.023.109-82, Турбины гидравлические вертикальные диагональные
9. ОСТ 108.023.105-84, Турбины гидравлические вертикальные поворотно-лопастные (конструктивные схемы)

5.3. Электронные образовательные ресурсы:

Презентации в среде Power Point по всем темам.

Компьютерная база данных кафедры ГГМ НИУ «МЭИ» «Турбины гидравлические для электростанций».

5.4. Лицензионное программное обеспечение: не используется

5.5. Интернет-ресурсы.

<http://www.rushydro.ru/industry/>

<http://standartgost.ru/0/539/101/558-gidroenergetika>

<http://www.internet-law.ru/gosts/558/>

www.engineer.bmstu.ru,

www.vuzkniga.ru

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций, показа учебных фильмов и слайдов.