

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Исследование и проектирование автоматизированных гидравлических и пневматических систем, машин и агрегатов

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.03</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 5; 2 семестр - 2; всего - 7</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>252 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 16 часов; всего - 18 часов</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 129,5 часа; 2 семестр - 51,7 часа; всего - 181,2 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>2 семестр - 51,7 часа;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>2 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Графическая работа (чертеж)</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b> <b>Защита курсового проекта</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа; 2 семестр - 0,3 часа; всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Байков В.Н.
	Идентификатор	R0f550b1f-BaikovVN-e3393b08

В.Н. Байков


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

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

Б.М.  
Орахелашвили

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков А.В.
	Идентификатор	R369593e9-VolkovAV-775a725f

А.В. Волков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** является формирование знаний и умений в области проектирования проточных частей и конструкций гидротурбины, обеспечивающих выполнение требований надежности и энергетической эффективности в натуральных условиях эксплуатации ГЭУ

### Задачи дисциплины

- познакомить обучающихся с основами рабочего процесса, условиями подобия и моделирования реактивных и активных гидротурбин;
- научить пересчитывать основные рабочие энергетические параметры модельных гидротурбин на их натурные прототипы и строить для них эксплуатационные характеристики;
- научить выбирать гидротурбины с учетом совокупности их основных показателей качества, для конкретных ГЭС;
- научить выбирать и разрабатывать конструкции рациональных силовых схем приводов механизмов поворота лопаток направляющего аппарата и лопастей рабочего колеса гидротурбины;
- научить разрабатывать конструкции гидротурбин с использованием современных расчетно-теоретических методов расчета и передовых производственных технологий.

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-3 Способность использовать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-1ПК-3 Использует теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности повышенной эффективности	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основы рабочего процесса обратимых гидромашин;</li><li>- современные конструкции реактивных и активных гидротурбин, а также взаимодействие их отдельных элементов и узлов;;</li><li>- основные источники научно-технической информации по гидротурбинам;</li><li>- основы рабочего процесса гидротурбин и их отдельных рабочих органов;</li><li>- условия моделирования гидротурбин и метода пересчета основных характеристик модельных гидротурбин на их натурные прототипы.</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- делать выбор рациональной силовой схемы привода механизма поворота лопастей рабочего колеса и разработать его конструкцию, увязав его с конструкцией поворотного-лопастного колеса осевой и диагональных гидротурбин;</li><li>- делать обоснованный выбор гидротурбин на заданные параметры конкретной ГЭС (по совокупности показателей качества и</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>работоспособности);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять пересчет опытных характеристик модельной гидротурбины, соблюдая условия подобия, на ее натурный прототип;</li> <li>- делать обоснованный выбор основных расчетных параметров и выполнить гидромеханический расчет проточных частей рабочих органов гидротурбины;</li> <li>- делать выбор рациональной силовой схемы привода механизма поворота лопаток направляющего аппарата гидротурбины и разработать его конструкцию;</li> <li>- анализировать рабочие характеристики и оценивать их технические результаты при длительной эксплуатации гидротурбины;</li> <li>- выполнять расчет и сделать обоснованный выбор основных конструктивных параметров отдельных узлов и деталей конструкции гидротурбины;</li> <li>- использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных гидротурбин.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Исследование и проектирование автоматизированных гидравлических и пневматических систем, машин и агрегатов (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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	Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной двухкратной гидротурбины	18	1	2	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной двухкратной гидротурбины."</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной двухкратной гидротурбины." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: подбор проектных материалов. выполнение эскиза конструкции, расчет нагрузок на лопастях рабочего колеса, расчет потребного усилия сервомотора рабочего колеса, выполнение сборочного чертежа рабочего колеса, расчет нагрузок на лопатках направляющего аппарата и расчет усилия сервомотора, разработка направляющего подшипника гидротурбины, оформление графической части и расчетно-пояснительной записки</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b></p>
1.1	Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной двухкратной гидротурбины	18		2	-	4	-	-	-	-	-	12	-	

														Повторение материала по разделу "Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной двухкратной гидротурбины."
2	Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной ковшовой гидротурбины	18	2	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной ковшовой гидротурбины" <b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: подбор проектных материалов. выполнение эскиза конструкции, расчет нагрузок на лопастях рабочего колеса, расчет потребного усилия сервомотора рабочего колеса, выполнение сборочного чертежа рабочего колеса, расчет нагрузок на лопатках направляющего аппарата и расчет усилия сервомотора, разработка направляющего подшипника гидротурбины, оформление графической части и расчетно-пояснительной записки
2.1	Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной ковшовой гидротурбины	18	2	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной ковшовой гидротурбины" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной ковшовой гидротурбины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 63-76
3	Обратимые гидромашинны	18	2	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи



	направляющего аппарата													направляющего аппарата" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Конструкции и проектирование гидротурбин. Конструкция и проектирование направляющего аппарата" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Конструкции и проектирование гидротурбин	9	1	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-	
4.2	Конструкция и проектирование направляющего аппарата	9	1	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: подбор проектных материалов. выполнение эскиза конструкции, расчет нагрузок на лопасть рабочего колеса, расчет потребного усилия сервомотора рабочего колеса, выполнение сборочного чертежа рабочего колеса, расчет нагрузок на лопатках направляющего аппарата и расчет усилия сервомотора, разработка направляющего подшипника гидротурбины, оформление графической части и расчетно-пояснительной записки <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Конструкции и проектирование гидротурбин. Конструкция и проектирование направляющего аппарата" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 1-24
5	Конструкции и проектирование радиально-осевых и поворотно-лопастных рабочих колес гидротурбин.	18	2	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Конструкции и проектирование радиально-осевых и поворотно-лопастных рабочих колес гидротурбин." <b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи
5.1	Конструкции и	18	2	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	



	проектирование радиально-осевых и поворотных лопастных рабочих колес гидротурбин												по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: подбор проектных материалов. выполнение эскиза конструкции, расчет нагрузок на лопастях рабочего колеса, расчет потребного усилия сервомотора рабочего колеса, выполнение сборочного чертежа рабочего колеса, расчет нагрузок на лопатках направляющего аппарата и расчет усилия сервомотора, разработка направляющего подшипника гидротурбины, оформление графической части и расчетно-пояснительной записки <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Конструкции и проектирование радиально-осевых и поворотных лопастных рабочих колес гидротурбин." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструкции и проектирование радиально-осевых и поворотных лопастных рабочих колес гидротурбин." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 152-171
6	Подшипники и валы гидротурбин	18	2	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Подшипники и валы гидротурбин"
6.1	Подшипники и валы гидротурбин	18	2	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: подбор проектных материалов.

														<p>выполнение эскиза конструкции, расчет нагрузок на лопастях рабочего колеса, расчет потребного усилия сервомотора рабочего колеса, выполнение сборочного чертежа рабочего колеса, расчет нагрузок на лопатках направляющего аппарата и расчет усилия сервомотора, разработка направляющего подшипника гидротурбины, оформление графической части и расчетно-пояснительной записки</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Подшипники и валы гидротурбин" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Подшипники и валы гидротурбин"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 353-370</p>
7	Вспомогательное оборудование гидротурбин	18		2	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Вспомогательное оборудование гидротурбин"</p>
7.1	Вспомогательное оборудование гидротурбин	18		2	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: подбор проектных материалов. выполнение эскиза конструкции, расчет нагрузок на лопастях рабочего колеса, расчет потребного усилия сервомотора рабочего колеса, выполнение сборочного чертежа рабочего колеса, расчет нагрузок на лопатках направляющего аппарата и расчет усилия сервомотора, разработка</p>

													направляющего подшипника гидротурбины, оформление графической части и расчетно-пояснительной записки <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Вспомогательное оборудование гидротурбин" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Вспомогательное оборудование гидротурбин"
8	Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС	18		2	-	4	-	-	-	-	-	12	-
8.1	Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС	18		2	-	4	-	-	-	-	-	12	-
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Всего за семестр	180.0		16	-	32	-	2	-	-	0.5	96	33.5
	Итого за семестр	180.0		16	-	32	2	-	-	0.5	-	129.5	
	Курсовой проект (КП)	72.0	2	-	-	-	16	-	4	-	0.3	51.7	-
	Всего за семестр	72.0		-	-	-	16	-	4	-	0.3	51.7	-
	Итого за семестр	72.0		-	-	-	16	4	-	0.3	-	51.7	
	ИТОГО	252.0	-	16	-	32	18	4	-	0.8	-	181.2	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной двухкратной гидротурбины

1.1. Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной двухкратной гидротурбины  
Определение оптимальных условий работы. Определение толщины струи. Профилирование лопастей рабочего колеса. Влияние коэффициента быстроходности на основные размеры двухкратной гидротурбины..

#### 2. Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной ковшовой гидротурбины

2.1. Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной ковшовой гидротурбины  
Диаграмма преобразования энергии потока в активной гидротурбине. Ковшовые гидротурбины. Основное уравнение ковшовой гидротурбины. Условия формирования оптимального режима работы. Коэффициенты полезного действия рабочих органов и ковшовой гидротурбины. Баланс энергии в ковшовой гидротурбине. Масштабный эффект в ковшовой гидротурбине. Приведенная величина ковшовой гидротурбины. Коэффициент быстроходности ковшовой гидротурбины. Способы повышения быстроходности. Многосопловые ковшовые гидротурбины. Распределитель многосопловой ковшовой гидротурбины. Геометрия сопла и регулирующей иглы. Определение числа ковшей в рабочем колесе. Способы регулирования ковшовых гидротурбин. Противоразгонные устройства. Определение основных параметров ковшовых гидротурбин.

#### 3. Обратимые гидромашины гидроаккумулирующих электрических станций (ГАЭС)

3.1. Обратимые гидромашины гидроаккумулирующих электрических станций (ГАЭС)  
Назначение ГАЭС. Схемы силового оборудования ГАЭС. Принцип обратимости гидромашин. Основные параметры насосного и турбинного режимов работы обратимой гидромашин. Определение параметров обратимых гидромашин по обобщенным показателям. Обеспечение требуемого диапазона напоров в насосном режиме обратимой гидромашин. Режимы работы обратимого гидроагрегата ГАЭС. Перевод обратимого гидроагрегата из насосного режима в турбинный и из турбинного - в насосный. Выбор обратимой гидромашин для заданных параметров ГАЭС.

#### 4. Конструкции и проектирование гидротурбин. Конструкция и проектирование направляющего аппарата

##### 4.1. Конструкции и проектирование гидротурбин

Конструкции реактивных гидротурбин вертикальных радиально-осевых (РО); диагональных поворотнo-лопастных (ПЛД); осевых поворотнo-лопастных (ПЛ) и горизонтальных капсульных (ГК).

##### 4.2. Конструкция и проектирование направляющего аппарата

Формы профилей лопаток направляющего аппарата. Выбор величины относительного эксцентриситета профиля лопаток. Силовые и моментные характеристики лопаток направляющего аппарата. Определение потребного усилия сервомоторов направляющего аппарата.

#### 5. Конструкции и проектирование радиально-осевых и поворотнo-лопастных рабочих колес гидротурбин.

5.1. Конструкции и проектирование радиально-осевых и поворотного-лопастных рабочих колес гидротурбин

Радиально-осевые рабочие колеса. Уплотнения ободьев рабочего колеса. Поворотно-лопастные рабочие колеса: осевые и диагональные. Схемы механизмов поворота лопастей. Конструкции механизмов поворота лопастей. Силовые и моментные характеристики механизма поворота лопастей. Определение потребного усилия сервомотора осевого и диагонального поворотного-лопастных рабочих колес. Способы уплотнения полостей рабочего колеса, заполненных маслом. Поворотно-лопастные рабочие колеса с изолированной от масла полостью механизма поворота..

### 6. Подшипники и валы гидротурбин

6.1. Подшипники и валы гидротурбин

Направляющие подшипники гидротурбин. Назначение. Конструктивные исполнения подшипников: кольцевые и сегментные. Направляющие подшипники с водяной и масляной смазкой. Нагрузки, действующие на подшипники, у вертикальных и горизонтальных гидротурбин. Тепловой расчет сегментного направляющего подшипника на водяной смазке. Тепловой расчет сегментного подшипника на масляной смазке.

### 7. Вспомогательное оборудование гидротурбин

7.1. Вспомогательное оборудование гидротурбин

Клапаны срыва вакуума. Клапаны впуска воздуха в проточную часть гидротурбины. Холостой выпуск. Лекажный агрегат. Механизм откачки воды с крышки гидротурбины. Общестанционные системы вспомогательного оборудования, обеспечивающие работу гидротурбинного оборудования.

### 8. Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС

8.1. Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС  
Выполнение вариантного выбора гидротурбины на заданные условия ГЭС.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Определение рабочих параметров и размеров обратимой гидромашин;
2. Режимы работы обратимого гидроагрегата ГАЭС. Перевод обратимого гидроагрегата из насосного режима в турбинный и из турбинного - в насосный;
3. Выбор обратимой гидромашин для заданных параметров ГАЭС;
4. Выбор рациональной силовой схемы привода механизма поворота лопаток направляющего аппарата;
5. Выбор рациональной силовой схемы механизма поворота лопастей рабочего колеса и определение размеров сервомотора;
6. Общестанционные системы вспомогательного оборудования, обеспечивающие работу гидротурбинного оборудования;
7. Силовые и моментные характеристики механизма поворота лопастей ПЛ -турбин;
8. Определение усилий, действующих на направляющий подшипник гидротурбины;
9. Масштабный эффект в ковшовой гидротурбине. Приведенная величина ковшовой гидротурбины;
10. Определение потребного усилия сервомоторов направляющего аппарата;
11. Выбор ковшовой гидротурбины и определение ее рабочих параметров для заданных условий ГЭС;
12. Уплотнения ободьев рабочего колеса РО-типа;

### 13. Определение основных размеров двухкратной гидротурбины.

#### 3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

#### 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 "Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной двухкратной гидротурбины."
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной ковшовой гидротурбины"
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 "Обратимые гидромашины гидроаккумулирующих электрических станций (ГАЭС)"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Конструкции и проектирование гидротурбин. Конструкция и проектирование направляющего аппарата"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Конструкции и проектирование радиально-осевых и поворотно-лопастных рабочих колес гидротурбин."
6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Подшипники и валы гидротурбин"
7. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Вспомогательное оборудование гидротурбин"

##### Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной двухкратной гидротурбины."
2. Консультации проводятся по разделу "Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной ковшовой гидротурбины"
3. Консультации проводятся по разделу "Обратимые гидромашины гидроаккумулирующих электрических станций (ГАЭС)"
4. Консультации проводятся по разделу "Конструкции и проектирование гидротурбин. Конструкция и проектирование направляющего аппарата"
5. Консультации проводятся по разделу "Конструкции и проектирование радиально-осевых и поворотно-лопастных рабочих колес гидротурбин."
6. Консультации проводятся по разделу "Подшипники и валы гидротурбин"

7. Консультации проводятся по разделу "Вспомогательное оборудование гидротурбин"  
*Текущий контроль (ТК)*
1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной двукратной гидротурбины."
  2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной ковшовой гидротурбины"
  3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Обратимые гидромашин гидроаккумулирующих электрических станций (ГАЭС)"
  4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Конструкции и проектирование гидротурбин. Конструкция и проектирование направляющего аппарата"
  5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Конструкции и проектирование радиально-осевых и поворотно-лопастных рабочих колес гидротурбин."
  6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Подшипники и валы гидротурбин"
  7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Вспомогательное оборудование гидротурбин"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 2 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Спроектировать турбины марок в зависимости от варианта ПЛ 20/811
- ПЛ-30а-/587Б
- ПЛ-30б/800
- ПЛ-40/800-а
- ПЛ-40/587б
- ПЛ-50/1075
- ПЛД-50/4015-В600
- ПЛД-60/4011Б-В600
- ПЛД-70/4011А –В600
- ПЛД-90/2556-В450
- ПЛД-115/2556Б-В450

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	20	25	30	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	45	70	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
---------------	--------------------------

1	Получение задания, подбор проектных материалов. Выполнение эскиза конструкции. Расчет нагрузок на лопастях рабочего колеса
2	Расчет требуемого усилия сервомотора рабочего колеса. Выполнение сборочного чертежа рабочего колеса
3	Расчет нагрузок на лопатках направляющего аппарата и расчет усилия сервомотора. Разработка направляющего подшипника гидротурбины
4	Оформление графической части и расчетно-пояснительной записки



### 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	5	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
условия моделирования гидротурбин и метода пересчета основных характеристик модельных гидротурбин на их натурные прототипы	ИД-1ПК-3					+					Контрольная работа/Конструкция и проектирование основных рабочих органов реактивных гидротурбин
основы рабочего процесса гидротурбин и их отдельных рабочих органов	ИД-1ПК-3				+						Контрольная работа/Конструкция и проектирование основных рабочих органов реактивных гидротурбин
основные источники научно-технической информации по гидротурбинам	ИД-1ПК-3	+	+								Тестирование/Рабочие процессы активных гидротурбин. Обратимые гидромашины
современные конструкции реактивных и активных гидротурбин, а также взаимодействие их отдельных элементов и узлов;	ИД-1ПК-3			+							Тестирование/Рабочие процессы активных гидротурбин. Обратимые гидромашины
основы рабочего процесса обратимых гидромашин	ИД-1ПК-3						+				Тестирование/Конструкция и проектирование валов и опор гидроагрегатов, вспомогательное оборудование гидротурбин
<b>Уметь:</b>											
использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных гидротурбин	ИД-1ПК-3									+	Графическая работа (чертеж)/Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС
выполнять расчет и сделать обоснованный выбор основных конструктивных параметров отдельных узлов и деталей конструкции гидротурбины	ИД-1ПК-3		+								Тестирование/Рабочие процессы активных гидротурбин. Обратимые гидромашины
анализировать рабочие характеристики и оценивать их технические результаты при длительной эксплуатации гидротурбины	ИД-1ПК-3								+		Тестирование/Конструкция и проектирование валов и опор гидроагрегатов, вспомогательное

										оборудование гидротурбин
делать выбор рациональной силовой схемы привода механизма поворота лопаток направляющего аппарата гидротурбины и разработать его конструкцию	ИД-1ПК-3			+						Тестирование/Рабочие процессы активных гидротурбин. Обратимые гидромашины
делать обоснованный выбор основных расчетных параметров и выполнить гидромеханический расчет проточных частей рабочих органов гидротурбины	ИД-1ПК-3						+			Тестирование/Конструкция и проектирование валов и опор гидроагрегатов, вспомогательное оборудование гидротурбин
выполнять пересчет опытных характеристик модельной гидротурбины, соблюдая условия подобия, на ее натурный прототип	ИД-1ПК-3						+			Тестирование/Конструкция и проектирование валов и опор гидроагрегатов, вспомогательное оборудование гидротурбин
делать обоснованный выбор гидротурбин на заданные параметры конкретной ГЭС (по совокупности показателей качества и работоспособности)	ИД-1ПК-3				+	+				Контрольная работа/Конструкция и проектирование основных рабочих органов реактивных гидротурбин
делать выбор рациональной силовой схемы привода механизма поворота лопастей рабочего колеса и разработать его конструкцию, увязав его с конструкцией поворотно-лопастного колеса осевой и диагональных гидротурбин	ИД-1ПК-3	+								Тестирование/Рабочие процессы активных гидротурбин. Обратимые гидромашины

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Конструкция и проектирование валов и опор гидроагрегатов, вспомогательное оборудование гидротурбин (Тестирование)
2. Конструкция и проектирование основных рабочих органов реактивных гидротурбин (Контрольная работа)
3. Рабочие процессы активных гидротурбин. Обратимые гидромашины (Тестирование)
4. Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС (Графическая работа (чертеж))

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

#### Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 1 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. Гидроэлектрические станции : Учебник для вузов по гидротехническим специальностям / Ред. В. Я. Карелин, Г. И. Кривченко . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1987 . – 464 с.;
3. 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.;
4. Эдель, Ю. У. Ковшовые гидротурбины / Ю. У. Эдель . – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Машиностроение, 1980 . – 248 с.;
5. Т. А. Филиппова, М. Ш. Мисриханов, Ю. М. Сидоркин, А. Г. Русина- "Гидроэнергетика", (3-е изд., перераб.), Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2013 - (621 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436213>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Антиплагиат ВУЗ;
6. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

## 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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-102(а), Мультимедийный класс	парта со скамьей, стол преподавателя, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-102(а), Мультимедийный класс	парта со скамьей, стол преподавателя, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-102(а), Мультимедийный класс	парта со скамьей, стол преподавателя, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Помещения для самостоятельной работы	Г-205/2, Кабинет сотрудников каф. "ГГМ"	кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф, шкаф для документов, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, холодильник
Помещения для консультирования	Г-219/2, Преподавательская	кресло рабочее, стол преподавателя, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для

		одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, многофункциональный центр, компьютер персональный, холодильник, кондиционер
	Г-208, Преподавательская	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-05, Мастерская каф. "ГГМ"	стеллаж для хранения инвентаря

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Гидроэнергетические установки

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Рабочие процессы активных гидротурбин. Обратимые гидромашины (Тестирование)
- КМ-2 Конструкция и проектирование основных рабочих органов реактивных гидротурбин (Контрольная работа)
- КМ-3 Конструкция и проектирование валов и опор гидроагрегатов, вспомогательное оборудование гидротурбин (Тестирование)
- КМ-4 Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС (Графическая работа (чертеж))

**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	Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной двухкратной гидротурбины					
1.1	Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной двухкратной гидротурбины		+			
2	Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной ковшовой гидротурбины					
2.1	Активные гидротурбины. Рабочий процесс активной ковшовой гидротурбины		+			
3	Обратимые гидромашины гидроаккумулирующих электрических станций (ГАЭС)					
3.1	Обратимые гидромашины гидроаккумулирующих электрических станций (ГАЭС)		+			
4	Конструкции и проектирование гидротурбин. Конструкция и проектирование направляющего аппарата					
4.1	Конструкции и проектирование гидротурбин			+		
4.2	Конструкция и проектирование направляющего аппарата			+		
5	Конструкции и проектирование радиально-осевых и поворотно-лопастных рабочих колес гидротурбин.					
5.1	Конструкции и проектирование радиально-осевых и поворотно-лопастных рабочих колес гидротурбин			+		
6	Подшипники и валы гидротурбин					
6.1	Подшипники и валы гидротурбин				+	

7	Вспомогательное оборудование гидротурбин				
7.1	Вспомогательное оборудование гидротурбин			+	
8	Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС				
8.1	Характеристики, номенклатура и выбор гидротурбин на заданные параметры ГЭС				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25

## 2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

**Вид промежуточной аттестации – .**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:
		Неделя КМ:
Вес КМ, %:		

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

**Гидроэнергетические установки**

(название дисциплины)

**2 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

- КМ-1 Получение задания, подбор проектных материалов. Выполнение эскиза конструкции. Расчет нагрузок на лопастях рабочего колеса
- КМ-2 Расчет потребного усилия сервомотора рабочего колеса. Выполнение сборочного чертежа рабочего колеса
- КМ-3 Расчет нагрузок на лопатках направляющего аппарата и расчет усилия сервомотора. Разработка направляющего подшипника гидротурбины
- КМ-4 Оформление графической части и расчетно-пояснительной записки

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Получение задания, подбор проектных материалов. Выполнение эскиза конструкции. Расчет нагрузок на лопастях рабочего колеса		+			
2	Расчет потребного усилия сервомотора рабочего колеса. Выполнение сборочного чертежа рабочего колеса			+		
3	Расчет нагрузок на лопатках направляющего аппарата и расчет усилия сервомотора. Разработка направляющего подшипника гидротурбины				+	
4	Оформление графической части и расчетно-пояснительной записки					+
Вес КМ, %:			25	20	25	30