

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Программа бакалавриата: Гидроэлектростанции и цифровые технологии**

**Квалификация (степень) выпускника: бакалавр**

**Форма обучения: очная**

**Рабочая программа дисциплины**  
**ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1. «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть блока:</b>	<b>Формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.В.16</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 6</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>216</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 16 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 32 часа</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр - 16 часов</b>
<b>Консультации по курсовому проекту/ работе:</b> групповые индивидуальные	<b>учебным планом не предусмотрено</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр – 116</b>
включая:	
РГР	<b>7 семестр – 9 часов</b>
курсовые проекты (работы)	<b>учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b> зачет с оценкой экзамен защита курсового проекта/работы	<b>7 семестр – 2,5 часа</b>
<b>Контроль:</b> экзамен	<b>1 семестр – 33,5 часа</b>

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Доцент кафедры ЭиЭ, к.т.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Н.В. Байдакова  
(расшифровка подписи)

И.о. заведующего кафедрой ЭиЭ,  
к.т.н., доцент  
(название кафедры)

(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Гидроэлектростанции и цифровые технологии

Доцент кафедры ЭиЭ, к.т.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Н.В. Байдакова  
(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего кафедрой ЭиЭ,  
к.т.н., доцент  
(название кафедры)

(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** является изучение основ рабочего процесса гидротурбин в целом и их рабочих органов.

**Задачами дисциплины являются:**

- изучение основ рабочего процесса реактивных и активных гидротурбин; условий подобия и моделирования гидротурбин;
- приобретение знаний и навыков использования методов пересчета основных энергетических параметров модельных гидротурбин на их натурные прототипы в изогональных режимах работы и построение рабочих и эксплуатационных характеристик;
- приобретение навыков выбора основных расчетных параметров и методов расчета отдельных рабочих органов проточной части гидротурбины применительно к условиям конкретных ГЭС.

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-1. Способен управлять технологическим оборудованием, выбирать серийное и проектировать новое оборудование	ПК-1.1 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации ГЭС/ГАЭС	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>— Теоретические основы рабочего процесса реактивных и активных гидротурбин;</li><li>— Способы регулирования рабочих параметров гидротурбин в процессе эксплуатации на ГЭС.</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>— Сделать обоснованный выбор класса, системы и типа гидротурбины на заданные параметры ГЭС;</li><li>— Пользоваться методами моделирования реактивных гидротурбин</li></ul>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к части, участниками образовательных отношений формируемой блока дисциплин 1 по направлению подготовки Бакалавр 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль: Гидроэлектростанции и цифровые технологии).

Дисциплина базируется на знании дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Теоретические основы гидроэнергетики».

Для освоения дисциплины, обучающийся должен:

### **знать:**

- Теоретические основы рабочего процесса реактивных и активных гидротурбин;
- Способы регулирования рабочих параметров гидротурбин в процессе эксплуатации на ГЭС.

### **уметь:**

- Сделать обоснованный выбор класса, системы и типа гидротурбины на заданные параметры ГЭС;

Пользоваться методами моделирования реактивных гидротурбин

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

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет базисных единиц, 216 часов.

№ 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 п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Конт- роль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Номенклатуры реактивных гидротурбин, характеристики гидротурбин. Выбор гидротурбины на заданные параметры ГЭС	38	7	4	8	8	—	—	—	18	—	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 3-9, с. 182-186, с. 233-243; [2] с. 6-44, с.143-193], с. 269-288, [4], с.35-47	
2	Электромашинное оборудование ГЭС	38	7	2	8	8	—	—	—	20	—	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 173-181; [ 2] с. 194-211.	
3	Основные положения расчета гидроагрегата, КПД ГЭС	48	7	2	16		—	—	—	30	—	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 187-195, с. 196-200, 221-232; [2] с. 212-230.	
4	Гидромеханический расчет элементов проточной части гидротурбин	34	7	4			—	—	—	30	—	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 251-260; [2] с. 248-268.	
5	Вспомогательное энергетическое оборудование гидроэлектростанций	22	7	4			—	—	—	18	—	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [3] с. 217-234	
	Экзамен	36	7	—	—	—	—	—	2,5	—	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена	
	Итого:	216		16	32	16	0	0	2,5	116	33,5		

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### *1. Характеристики, номенклатуры реактивных гидротурбин. Выбор реактивной гидротурбины на заданные параметры ГЭС*

Номенклатуры крупных и средних реактивных гидротурбин: осевых, диагональных и радиально-осевых. Принцип построения номенклатурного ряда напоров. Выбор гидротурбины на заданные параметры ГЭС. Пересчет гидравлического к.п.д. модельной гидротурбины на ее натурный прототип. Определение рабочих параметров натурной гидротурбины. Построение рабочих и эксплуатационной характеристик натурной гидротурбины.

#### *2. Электромашинное оборудование ГЭС*

Общие сведения о гидрогенераторах. Принцип работы гидрогенератора. Основные параметры гидрогенератора. Технические требования по выбору электромашинного оборудования ГЭС. Типы генераторов вертикального исполнения. Конструкции и системы вертикальных генераторов. Определение геометрических параметров гидрогенератора. Маховые моменты генераторов.

#### *3. Основные положения расчета гидроагрегата, КПД ГЭС*

Выбор типа и числа агрегатов, определение их габаритов. Комбинаторная приведенная характеристика турбины типа ПЛ. Сравнительные характеристики КПД разнотипных турбин в функции их открытия и мощности. КПД турбинного оборудования ГЭС при совместной работе нескольких агрегатов. Сравнительные характеристики кавитационных свойств турбин разного типа.

#### *4. Гидромеханический расчет элементов проточной части гидротурбин*

Спиральные камеры гидротурбин; назначение, классификация турбинных камер по различным признакам. Методы гидромеханического расчета спиральных камер с тавровыми и круглыми, переходящими в овальные, меридианными сечениями. Направляющий аппарат гидротурбины; назначение; схемы привода лопаток. Определение необходимого усилия сервомотора.

#### *5. Вспомогательное энергетическое оборудование гидроэлектростанций*

Регулятор давления крупной реактивной турбины. Регуляторы частоты вращения гидротурбин. Классификация регуляторов частоты вращения. Электродинамические регуляторы, гидромеханическая часть. Назначение, типоразмеры и работа маслonaпорных установок. Основные узлы МНУ. Выбор типоразмера маслonaпорной установки. Маслоохладительная установка. Основные схемы систем возбуждения.

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

1. Рабочие параметры гидротурбин типа ПЛ. (8 часов)
2. Кинематика потоков проточной части реактивной турбины гидротурбины типа РО. (8 часов)
3. Подобие в гидротурбинах; приведенные величины.
4. Расчет размеров спиральной камеры.
5. Выбор гидротурбины на заданные параметры ГЭС.
6. Пересчет гидравлического к.п.д. модельной гидротурбины на ее натурный прототип.
7. Расчет и построение рабочих характеристик натурной гидротурбины (4 часа).
8. Построение эксплуатационной характеристики натурной гидротурбины (4 часа).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Устройство проточной части ГЭС с турбинами типа РО.
2. Устройство гидротурбины типа РО.
3. Устройство генератора подвесного типа.
4. Обратные характеристики гидротурбины ПЛ для угла установки лопастей рабочего колеса  $\varphi = 0^\circ$ .
5. Обратные характеристики гидротурбины типа РО.
6. Обратные характеристики ковшовой гидротурбины.
7. Последовательная работа генераторов гидротурбины.
8. Параллельная работа генераторов гидротурбины.

### **3.5. РГР**

Расчетная работа тему: «Расчет рабочих характеристик гидротурбин» (по вариантам)

**3.6. Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрены.**

### 3.8. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды компетенции и индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Формы контроля
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
- теоретические основы рабочего процесса активных и реактивных гидротурбин	ПК-1.1	X		X	X	X	Тест 1, Контрольная работа
- способы регулирования рабочих параметров реактивных гидротурбин	ПК-1.1	X		X		X	Тест 2, Контрольная работа
<b>Уметь:</b>							
- сделать обоснованный выбор параметров реактивной турбины на заданные параметры ГЭС	ПК-1.1	X	X	X	X		Тест 3 РГР
- пользоваться методами моделирования гидротурбин	ПК-1.1		X	X	X	X	Тест 3 Контрольная работа



## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

– тесты:

№1 Основные параметры гидротурбин;

№2 Тест 2 Гидромеханическое оборудование ГЭС;

№3 Гидрогенераторы;

– контрольная работа

– отчет и защита РГР

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

Экзамен.

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

В приложение к диплому выносится оценка за 7 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Литература:**

1. Кривченко Г.И. Гидравлические машины: Турбины и насосы. Учебник для вузов.- М.: Энергоатомиздат, 1983. – С.320.
2. Белаш, И. Г. Выбор гидротурбины на заданные параметры ГЭС : методическое пособие по курсам «Гидротурбины, гидроэнергетические установки» и «Основное энергетическое оборудование» по направлению «Технологические машины и оборудование» / И. Г. Белаш, Моск. Энерг. Ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 44 с. – URL:  
[https://elibr.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=277](https://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=277) .
3. Белаш И.Г. Разработка конструкций реактивных ПЛ гидротурбин, 2010.  
[https://elibr.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1483](https://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1483)
4. Шелковников, М.С. Гидростанции и гидромашины : курс лекций / М.С. Шелковников ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир : МГАВТ, 2009. – 107 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429644> . – Библиогр. В кн. – Текст : электронный. Гидроэнергетическое и вспомогательное оборудование гидроэлектростанций.
5. Выбор гидротурбин для ГЭС: Учебно-методическое пособие / Н.В. Байдакова., Б. М. Орахелашвили, – Волжский: Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г.Волжском, 2020. – 112 стр.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Microsoft Office

## 2. Mathcad 15

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

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
Базаданных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/pendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/pendata>  
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных «Polpred.com Обзор СМИ» <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>  
Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

### 5.4 Другие: нет.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции проводятся в учебных аудиториях, снабженных мультимедийными средствами для интерактивного обучения, оборудованных наглядными пособиями, оборудованием для показа обучающих материалов (телевизор, видеомаягнитофон), средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории Гидротехнических сооружений имени им. Профессора Е.А. Маликова.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

(название дисциплины)

### 7 семестр

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

- КМ-1 Тест «Основные параметры гидротурбин»  
 КМ-2 Тест «Гидромеханическое оборудование ГЭС»  
 КМ-3 Тест «Гидрогенераторы»  
 КМ-4 Контрольная работа  
 КМ-5 Отчет и выполнение РГР

**Вид промежуточной аттестации – экзамен**

Трудоемкость дисциплины = 4з.е.(без учета КП/КР)

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ –1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	Экзамен
1	Номенклатуры реактивных гидротурбин, характеристики гидротурбин. Выбор гидротурбины на заданные параметры ГЭС	+				+	+	+
2	Электромашинное оборудование ГЭС				+	+	+	+
3	Основные положения расчета гидроагрегата, КПД ГЭС	+	+			+	+	+
4	Гидромеханический расчет элементов проточной части гидротурбин			+		+	+	+
5	Вспомогательное энергетическое оборудование гидроэлектростанций			+		+		+
Минимальный балл за КМ			8	8	8	6	10	20
Максимальный балл за КМ			10	10	10	10	20	40