

**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**  
**МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ**  
**АГРЕГАТОВ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	2 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 57,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Байков В.Н.
	Идентификатор	R0f550b1f-VaikovVN-e3393b08

(подпись)

В.Н. Байков

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Б.М.

Орахелашвили

(расшифровка подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

А.В. Волков

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** является формирование знаний и умений в области эксплуатации и монтажа гидроэнергетических агрегатов (гидротурбин и гидрогенераторов), обеспечивающих выполнение требований надежности и энергетической эффективности в условиях действующих гидроэлектростанций

### Задачи дисциплины

- научить обучающихся общим техническим требованиям к организации эксплуатации гидротурбинного оборудования гидроэлектростанций;
- познакомить обучающихся с организацией и методами монтажных работ средних и крупных гидротурбин;
- познакомить с организацией и технологией производства монтажа закладных частей;
- познакомить с организацией и технологией производства пусконаладочных работ смонтированного оборудования и сдачи его в эксплуатацию;
- научить вырабатывать рациональные методы организации и технологию выполнения монтажных работ деталей и узлов крупных гидротурбин.

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-1 <sub>ПК-3</sub> 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>- основные источники научно-технической информации об организации эксплуатации и выполнении монтажных работ по гидротурбинному оборудованию ГЭС;</li><li>- технологию производства работ по эксплуатации, техническому обслуживанию, монтажу и ремонту гидротурбинного оборудования и его отдельных деталей;</li><li>- основные методы оценки технического состояния оборудования при эксплуатации и выполнения пусконаладочных работ (включая комплексные испытания).</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- организовать техническую эксплуатацию гидротурбинного оборудования, выполнить оценку технического состояния оборудования;</li><li>- организовать производство монтажных работ гидроагрегатов на ГЭС;</li><li>- разработать технологический календарный график производства монтажных работ по одному гидроагрегату и общий календарный график монтажа всех гидроагрегатов ГЭС;</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать качество выполнения сборочных и монтажных работ и разрабатывать рекомендации по устранению недостатков, возникших в процессе выполнения работ;</li> <li>- организовать подготовку смонтированного гидроагрегата для проведения пуско-наладочных испытаний и комплексного опробывания гидроагрегата под нагрузкой.</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 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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	Эксплуатация гидротурбинного оборудования	12.5	2	2.5	-	5	-	-	-	-	-	5	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Эксплуатация гидротурбинного оборудования" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Эксплуатация гидротурбинного оборудования"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Эксплуатация гидротурбинного оборудования"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 25-32</p>
1.1	Основные требования к организации эксплуатации гидроэлектростанций	2.5		0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
1.2	Техническая документация Местные стандарты и инструкции	2.5		0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
1.3	Техническая эксплуатация. Общие требования	2.5		0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
1.4	Организация автоматизированного мониторинга и диагностики гидротурбинного оборудования. Вибромониторинг	2.5		0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
1.5	Основные природоохранные требования к эксплуатации гидроэлектростанций и гидротурбинного оборудования.	2.5		0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	

	Безопасность труда													
2	Показатели эффективности и надежности эксплуатации гидроагрегатов ГЭС	5.0	1.0	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Показатели эффективности и надежности эксплуатации гидроагрегатов ГЭС"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Показатели эффективности и надежности эксплуатации гидроагрегатов ГЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Показатели эффективности и надежности эксплуатации гидроагрегатов ГЭС"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 100-108</p>	
2.1	Эффективностью работы гидроэлектростанции	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	1	-			
2.2	Эксплуатационные показатели надежности гидротурбинных установок	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	1	-			
3	Оценка технического состояния гидроагрегатов ГЭС	7.5	1.5	-	3	-	-	-	-	3	-			
3.1	Технический контроль, технический и технологический надзор	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	1	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Оценка технического состояния гидроагрегатов ГЭС"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Оценка технического состояния гидроагрегатов ГЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Оценка технического состояния гидроагрегатов ГЭС"</p>		
3.2	Возможные неисправности в работе гидротурбинных установок, действия персонала и мероприятия по их устранению	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	1	-			
3.3	Аварийные ситуации при эксплуатации гидротурбинных установок	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	1	-			

4	Организация технического обслуживания и ремонта оборудования.	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Организация технического обслуживания и ремонта оборудования."
4.1	Номенклатура и регламентированный объем работ при техническом обслуживании гидротурбины	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Организация технического обслуживания и ремонта оборудования." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Организация технического обслуживания и ремонта оборудования." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 81-89 [2], 76-85
5	Организация и подготовка монтажных работ	5.0	1.0	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Организация и подготовка монтажных работ"
5.1	Организация и технология монтажных работ	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Организация и подготовка монтажных работ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
5.2	Методы монтажных работ. Проектирование монтажных работ. Технологический процесс монтажа	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Организация и подготовка монтажных работ" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 15-25
6	Монтаж закладных частей гидротурбины	7.5	1.5	-	3	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу
6.1	Общие требования,	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	дополнительного материала по разделу

	предъявляемые к монтажу всех закладных частей												"Монтаж закладных частей гидротурбины" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Монтаж закладных частей гидротурбины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
6.2	Монтаж сварной спиральной камеры гидротурбины	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	Изучение материала по разделу "Монтаж закладных частей гидротурбины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
6.3	Монтаж камеры рабочего колеса поворотной-лопастной гидротурбины	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Монтаж закладных частей гидротурбины" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 43-48
7	Монтаж рабочих механизмов гидротурбины	17.5	3.5	-	7	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Монтаж рабочих механизмов гидротурбины"
7.1	Монтаж направляющего аппарата	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Монтаж рабочих механизмов гидротурбины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
7.2	Монтаж радиально-осевых рабочих колес	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Монтаж рабочих механизмов гидротурбины"
7.3	Сборка и монтаж поворотной-лопастных рабочих колес	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Монтаж рабочих механизмов гидротурбины"
7.4	Сборка поворотной-лопастных рабочих колес бескрестовинного типа с использованием специальных приспособлений.	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	Повторение материала по разделу "Монтаж рабочих механизмов гидротурбины"
7.5	Центровка вертикальных гидроагрегатов	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
7.6	Монтаж направляющих подшипников гидротурбины	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
7.7	Монтаж	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	

	горизонтальных капсульных гидротурбин													
8	Опробование гидроагрегата на холостом ходу	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Опробование гидроагрегата на холостом ходу"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Опробование гидроагрегата на холостом ходу" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Опробование гидроагрегата на холостом ходу"</p>
8.1	Проверка и испытания гидроагрегата на холостом ходу	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	
9	Комплексное опробование гидроагрегата под нагрузкой	4.5	1.5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Комплексное опробование гидроагрегата под нагрузкой"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Комплексное опробование гидроагрегата под нагрузкой" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Комплексное опробование гидроагрегата под нагрузкой"</p>
9.1	Проверка и испытания гидроагрегата и его механизмов	1.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
9.2	Проверка колебаний поршней сервомоторов направляющего аппарата и рабочего колеса в установившемся режиме работы гидроагрегата	1.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
9.3	Проверка действия устройства перевода гидроагрегата в режим синхронного компенсатора и обратно	1.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	

10	Пуск, наладка и комплексное опробование смонтированного гидроагрегата	7.5	2.5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Пуск, наладка и комплексное опробование смонтированного гидроагрегата."
10.1	Проверка и наладка гидроагрегата до заполнения водой подводящего и отводящего трактов	1.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Пуск, наладка и комплексное опробование смонтированного гидроагрегата." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
10.2	Проверка и наладка гидроагрегата при заполненных водой подводящего и отводящего тракта проточной части	1.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Пуск, наладка и комплексное опробование смонтированного гидроагрегата."
10.3	Пробный пуск гидроагрегата	4.5	1.5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	-	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16.0</b>	-	<b>32</b>	-	<b>2</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>24</b>	-	-	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16.0</b>	-	<b>32</b>		<b>2</b>		<b>-</b>	<b>0.5</b>			<b>57.5</b>		

**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. Эксплуатация гидротурбинного оборудования

#### 1.1. Основные требования к организации эксплуатации гидроэлектростанций

Общие требования к организации эксплуатации гидротурбинных установок. Задачи и функции эксплуатации ГЭС.

#### 1.2. Техническая документация Местные стандарты и инструкции

Общие требования к составлению местных эксплуатационных инструкций (стандартов организации ГЭС и ГАЭС) Приемка и ввод гидротурбинных установок в эксплуатацию. Объем натурных испытаний гидротурбинных агрегатов при вводе их в эксплуатацию на ГЭС.

#### 1.3. Техническая эксплуатация. Общие требования

Техническая эксплуатация при нормальных условиях работы. Техническое обслуживание гидротурбинных установок под нагрузкой. Проверки и осмотры оборудования гидротурбинных установок.

#### 1.4. Организация автоматизированного мониторинга и диагностики гидротурбинного оборудования. Вибромониторинг

Организация автоматизированного мониторинга и диагностики гидротурбинного оборудования. Вибромониторинг.

#### 1.5. Основные природоохранные требования к эксплуатации гидроэлектростанций и гидротурбинного оборудования. Безопасность труда

Основные природоохранные требования к эксплуатации гидроэлектростанций и гидротурбинного оборудования. Безопасность труда.

### 2. Показатели эффективности и надежности эксплуатации гидроагрегатов ГЭС

#### 2.1. Эффективностью работы гидроэлектростанции

Водно-энергетические режимы работы гидротурбинных установок.

#### 2.2. Эксплуатационные показатели надежности гидротурбинных установок

Коэффициент готовности. Коэффициент технического использования оборудования.

### 3. Оценка технического состояния гидроагрегатов ГЭС

#### 3.1. Технический контроль, технический и технологический надзор

Оценка технического состояния гидротурбинного оборудования.

#### 3.2. Возможные неисправности в работе гидротурбинных установок, действия персонала и мероприятия по их устранению

Возможные неисправности в работе гидротурбинных установок, действия персонала и мероприятия по их устранению.

#### 3.3. Аварийные ситуации при эксплуатации гидротурбинных установок

Требования по их предупреждению и ликвидации последствий.

#### 4. Организация технического обслуживания и ремонта оборудования.

4.1. Номенклатура и регламентированный объем работ при техническом обслуживании гидротурбины

Номенклатура и регламентированный объем работ при капитальном и текущем ремонте гидротурбины. Требования к приемке гидротурбинных установок после капитального ремонта и оценка качества ремонта.

#### 5. Организация и подготовка монтажных работ

5.1. Организация и технология монтажных работ

Объем монтажных работ. Требования на изготовление и поставку оборудования заводом-изготовителем.

5.2. Методы монтажных работ. Проектирование монтажных работ. Технологический процесс монтажа

Технологический календарный график производства монтажных работ по агрегату и общий календарный график монтажа всех гидроагрегатов ГЭС. Монтажно-сборочные и производственные базы. Монтажные средства.

#### 6. Монтаж закладных частей гидротурбины

6.1. Общие требования, предъявляемые к монтажу всех закладных частей

Монтаж закладных частей штрафным и безштрафным способами. Монтаж конуса отсасывающей трубы и фундаментного кольца. Монтаж статоров средних и крупных гидротурбин: статоров с неотъемными колоннами; статоров с отъемными колоннами; статоров с отдельно стоящими колоннами.

6.2. Монтаж сварной спиральной камеры гидротурбины

приемка и подготовка места установки спиральной камеры; установка и соединение звеньев спиральной камеры в принятой проектом последовательности; установка и подгонка замыкающего звена; подгонка стыков и закрепление их; выверка установленных звеньев; производство сварочных операций; окончательная выверка спиральной камеры, закрепление ее и сдача под бетонирование.

6.3. Монтаж камеры рабочего колеса поворотно-лопастной гидротурбины

сборка камеры; выверка положения и формы камеры в собранном виде с нижним кольцом направляющего аппарата.

#### 7. Монтаж рабочих механизмов гидротурбины

7.1. Монтаж направляющего аппарата

Некоторые различия конструкций направляющих аппаратов радиально-осевых и поворотно-лопастных гидротурбин. Этапы монтажа деталей направляющего аппарата крупных поворотно-лопастных гидротурбин: монтаж верхнего и нижнего колец и лопаток с подшипниками и насадка рычагов; монтаж и центровка по валу крышки гидротурбины, регулирующего кольца с опорой, сервомоторов и соединение рычагов с серьгами и с регулирующим кольцом; соединение регулирующего кольца с тягами сервомоторов.

7.2. Монтаж радиально-осевых рабочих колес

Неразъемные рабочие колеса. Сборка разъемных рабочих колес с помощью бандажных колец. Балансировка рабочих колес.

### 7.3. Сборка и монтаж поворотного-лопастного рабочего колеса

сборка механизма поворота лопастей в корпусе рабочего колеса; установка поршня сервомотора, штока, крестовины и соединение ее с серьгами; установка лопастей рабочего колеса и монтаж уплотнения их фланцев; установка днища, испытание и проверка сборки и работы механизмов рабочего колеса. Последовательность сборки рабочего колеса крестовинного типа двумя способами: без кантовки и с кантовкой втулки рабочего колеса. Сборка поворотного-лопастного рабочего колеса без кантовки с применением специальных приспособлений для установки рычагов и серег.

7.4. Сборка поворотного-лопастного рабочего колеса бескрестовинного типа с использованием специальных приспособлений.

Соединение вала гидротурбины с втулкой рабочего колеса.

### 7.5. Центровка вертикальных гидроагрегатов

центровка ротора гидротурбины; прицентровка ротора генератора к гидротурбине; центровка ротора гидроагрегата, после соединения роторов гидротурбины и генератора. Последовательность операций при центровке ротора гидроагрегата. Проверка общей линии вала гидроагрегата и измерение биения валов. Схемы и способы устранения биения вала..

### 7.6. Монтаж направляющих подшипников гидротурбины

Подготовка деталей направляющего подшипника к монтажу. Проверка степени прилегания вкладышей подшипника к поверхности вала. Установка рабочих зазоров между вкладышами и валом.

### 7.7. Монтаж горизонтальных капсульных гидротурбин

Технология монтажа в зависимости от способа бетонирования – раздельным или совмещенным. Укрупнительная сборка элементов гидроагрегата в монтажные блоки. Сборка конического направляющего аппарата на специальном стенде. Укрупнительная сборка рабочего колеса.

## 8. Опробование гидроагрегата на холостом ходу

### 8.1. Проверка и испытания гидроагрегата на холостом ходу

величина открытия направляющего аппарата при пуске на холостом ходу; действие всех резервных систем, элементов сигнализации и защиты гидроагрегата; чувствительность автоматического регулятора при снижении и повышении оборотов гидроагрегата; проверка работы АСУ при автоматическом пуске гидроагрегата; проверка колебания поршней сервомоторов направляющего аппарата и рабочего колеса.

## 9. Комплексное опробование гидроагрегата под нагрузкой

### 9.1. Проверка и испытания гидроагрегата и его механизмов

характеристика зависимости мощности от открытия направляющего аппарата при прямом и обратном ходах и соответствие ее заводским гарантиям; соответствие рабочей зоны нагрузок гидротурбины техническим условиям на поставку; выявление зоны открытий направляющего аппарата, при которых гидротурбина ведет себя ненормально – с повышенными пульсациями давления в проточной части и вибрациями. Проверка

температурного режима подшипников и подпятника, разность температур охлаждающей жидкости на входе и выходе в маслоохладителях.

9.2. Проверка колебаний поршней сервомоторов направляющего аппарата и рабочего колеса в установившемся режиме работы гидроагрегата

Проверка колебаний поршней сервомоторов направляющего аппарата и рабочего колеса в установившемся режиме работы гидроагрегата.

9.3. Проверка действия устройства перевода гидроагрегата в режим синхронного компенсатора и обратно

Мощность потребления гидроагрегатом из сети при работе в режиме синхронного компенсатора; давление в камере рабочего колеса и расход воздуха из ресивера. Проверка гарантий регулирования гидроагрегата. Испытания на сброс и наброс нагрузки. Проверка автоматического управления, защитных устройств и автоматики гидроагрегата.

### 10. Пуск, наладка и комплексное опробование смонтированного гидроагрегата

10.1. Проверка и наладка гидроагрегата до заполнения водой подводящего и отводящего трактов

осмотр закладных частей; проверка рабочих механизмов и вспомогательного оборудования; спускные клапаны; лекажный агрегат; проверка, наладка и испытания механизмов системы регулирования.

10.2. Проверка и наладка гидроагрегата при заполненных водой подводящего и отводящего тракта проточной части

Порядок заполнения водой проточной части гидротурбины при закрытом направляющем аппарате. Проверка упортнений вала, направляющего аппарата; стыка крышки гидротурбины. Проверка времени опорожнения водоподводящих устройств через спускной клапан. Проверка: работоспособности холостого выпуска, прогиб опоры подпятника, крышки гидротурбины; достаточности подачи смазки подшипников и протечки в уплотнениях. Откачка воды с крышки гидротурбины. Опробирование системы отжатия воды из камеры рабочего колеса. Проверка системы пожаротушения..

10.3. Пробный пуск гидроагрегата

Подготовка гидроагрегата к пробному пуску: системы смазки подшипников и подпятников; создание рабочего режима для МНУ; системы откачки воды с крышки гидротурбины. Наблюдение за действием и состоянием отдельных узлов и механизмов гидроагрегата в процессе его пробного пуска. Этапы набора оборотов гидроагрегата. Контроль температурного режима опор ротора гидроагрегата. Длительность пробного пуска.

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

1. Организация эксплуатации гидроагрегатов гидроэлектростанций. Структура производственных подразделений (службы, управления, цеха) гидроэлектростанций. Структура и требования к подразделению отвечающему за эксплуатацию гидротурбин;
2. Нормативно техническая документация по эксплуатации гидротурбинного оборудования. Правила технической эксплуатации;
3. Техническое обслуживание гидротурбинных установок;
4. Показатели надежности эксплуатации гидротурбинного оборудования;
5. Методы оценки технического состояния гидротурбинного оборудования. Системы мониторинга и диагностики гидроагрегатов. Вибродиагностика;

6. Номенклатура и регламентированный объем работ при капитальном и текущем ремонте гидротурбины;
7. Проектирование монтажных работ. Технологический процесс монтажа гидротурбинного оборудования;
8. Монтаж закладных частей гидротурбины в штробу;
9. Сборка и монтаж поворотных-лопастных рабочих колес с крестовинным и безкрестовинным механизмами поворота лопастей;
10. Подготовка к пуску и наладка смонтированного гидроагрегата;
11. Проверка и испытания гидроагрегата на холостом ходу;
12. Проверка гарантий регулирования гидроагрегата. Испытания на сброс и наброс нагрузки;
13. Проверка автоматического управления, защитных устройств и автоматики гидроагрегата.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Эксплуатация гидротурбинного оборудования"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Показатели эффективности и надежности эксплуатации гидроагрегатов ГЭС"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оценка технического состояния гидроагрегатов ГЭС"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Организация технического обслуживания и ремонта оборудования."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Организация и подготовка монтажных работ"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Монтаж закладных частей гидротурбины"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Монтаж рабочих механизмов гидротурбины"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Опробование гидроагрегата на холостом ходу"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Комплексное опробование гидроагрегата под нагрузкой"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Пуск, наладка и комплексное опробование смонтированного гидроагрегата."

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Эксплуатация гидротурбинного оборудования"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Показатели эффективности и надежности эксплуатации гидроагрегатов ГЭС"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Оценка технического состояния гидроагрегатов ГЭС"

4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Организация технического обслуживания и ремонта оборудования."
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Организация и подготовка монтажных работ"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Монтаж закладных частей гидротурбины"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Монтаж рабочих механизмов гидротурбины"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Опробование гидроагрегата на холостом ходу"
9. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Комплексное опробование гидроагрегата под нагрузкой"
10. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Пуск, наладка и комплексное опробование смонтированного гидроагрегата."

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 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	9	10		
<b>Знать:</b>													
основные методы оценки технического состояния оборудования при эксплуатации и выполнения пуско-наладочных работ (включая комплексные испытания)	ИД-1ПК-3			+	+	+							Тестирование/Технический контроль, технический и технологический надзор. Организация автоматизированного мониторинга и диагностики гидротурбинного оборудования
технологии производства работ по эксплуатации, техническому обслуживанию, монтажу и ремонту гидротурбинного оборудования и его отдельных деталей	ИД-1ПК-3						+	+					Тестирование/Организация монтажа, технического обслуживания и ремонта гидротурбинного оборудования. Приемочные и эксплуатационные испытания оборудования
основные источники научно-технической информации об организации эксплуатации и выполнении монтажных работ по гидротурбинному оборудованию ГЭС	ИД-1ПК-3	+	+										Тестирование/Жизненный цикл гидротурбинного оборудования. Общие требования к организации эксплуатации гидротурбинных установок
<b>Уметь:</b>													
организовать подготовку смонтированного гидроагрегата для проведения пуско-наладочных испытаний и комплексного опробывания гидроагрегата под нагрузкой	ИД-1ПК-3								+				Тестирование/Организация монтажа, технического обслуживания и ремонта гидротурбинного оборудования. Приемочные и эксплуатационные испытания оборудования
оценивать качество выполнения сборочных и монтажных работ и разрабатывать рекомендации по	ИД-1ПК-3										+		Тестирование/Организация монтажа, технического обслуживания и ремонта гидротурбинного оборудования. Приемочные и

устранению недостатков, возникших в процессе выполнения работ												эксплуатационные испытания оборудования
разработать технологический календарный график производства монтажных работ по одному гидроагрегату и общий календарный график монтажа всех гидроагрегатов ГЭС	ИД-1ПК-3									+		Тестирование/Организация монтажа, технического обслуживания и ремонта гидротурбинного оборудования. Приемочные и эксплуатационные испытания оборудования
организовать производство монтажных работ гидроагрегатов на ГЭС	ИД-1ПК-3									+		Тестирование/Организация монтажа, технического обслуживания и ремонта гидротурбинного оборудования. Приемочные и эксплуатационные испытания оборудования
организовать техническую эксплуатацию гидротурбинного оборудования, выполнить оценку технического состояния оборудования	ИД-1ПК-3										+	Тестирование/Технологические операции монтажа и ремонта оборудования

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

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

**2 семестр**

Форма реализации: Смешанная форма

1. Жизненный цикл гидротурбинного оборудования. Общие требования к организации эксплуатации гидротурбинных установок (Тестирование)
2. Организация монтажа, технического обслуживания и ремонта гидротурбинного оборудования. Приемочные и эксплуатационные испытания оборудования (Тестирование)
3. Технический контроль, технический и технологический надзор. Организация автоматизированного мониторинга и диагностики гидротурбинного оборудования (Тестирование)
4. Технологические операции монтажа и ремонта оборудования (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №2)

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

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. П. Г. Кумсиашвили, В. С. Серков, А. М. Смирнов, Ю. А. Стасенков, В. А. Усталов, Р. М. Эпштейн- "Эксплуатация гидроэлектростанций", Издательство: "Энергия", Москва, 1977 - (304 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=569864>;

2. Полушкин, К. П. Монтаж гидроагрегатов / К. П. Полушкин . – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Энергия, 1977 . – 512 с..

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

### **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. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. 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(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
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	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

### Монтаж и эксплуатация гидроэнергетических агрегатов

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Жизненный цикл гидротурбинного оборудования. Общие требования к организации эксплуатации гидротурбинных установок (Тестирование)
- КМ-2 Технический контроль, технический и технологический надзор. Организация автоматизированного мониторинга и диагностики гидротурбинного оборудования (Тестирование)
- КМ-3 Организация монтажа, технического обслуживания и ремонта гидротурбинного оборудования. Приемочные и эксплуатационные испытания оборудования (Тестирование)
- КМ-4 Технологические операции монтажа и ремонта оборудования (Тестирование)

**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	Эксплуатация гидротурбинного оборудования					
1.1	Основные требования к организации эксплуатации гидроэлектростанций		+			
1.2	Техническая документация Местные стандарты и инструкции		+			
1.3	Техническая эксплуатация. Общие требования		+			
1.4	Организация автоматизированного мониторинга и диагностики гидротурбинного оборудования. Вибромониторинг		+			
1.5	Основные природоохранные требования к эксплуатации гидроэлектростанций и гидротурбинного оборудования. Безопасность труда		+			
2	Показатели эффективности и надежности эксплуатации гидроагрегатов ГЭС					
2.1	Эффективностью работы гидроэлектростанции		+			
2.2	Эксплуатационные показатели надежности гидротурбинных установок		+			
3	Оценка технического состояния гидроагрегатов ГЭС					
3.1	Технический контроль, технический и технологический надзор			+		
3.2	Возможные неисправности в работе гидротурбинных установок, действия персонала и мероприятия по их устранению			+		

3.3	Аварийные ситуации при эксплуатации гидротурбинных установок		+		
4	Организация технического обслуживания и ремонта оборудования.				
4.1	Номенклатура и регламентированный объем работ при техническом обслуживании гидротурбины		+		
5	Организация и подготовка монтажных работ				
5.1	Организация и технология монтажных работ		+		
5.2	Методы монтажных работ. Проектирование монтажных работ. Технологический процесс монтажа		+		
6	Монтаж закладных частей гидротурбины				
6.1	Общие требования, предъявляемые к монтажу всех закладных частей			+	
6.2	Монтаж сварной спиральной камеры гидротурбины			+	
6.3	Монтаж камеры рабочего колеса поворотного-лопастного гидротурбины			+	
7	Монтаж рабочих механизмов гидротурбины				
7.1	Монтаж направляющего аппарата			+	
7.2	Монтаж радиально-осевых рабочих колес			+	
7.3	Сборка и монтаж поворотного-лопастного рабочих колес			+	
7.4	Сборка поворотного-лопастного рабочих колес бескрестовинного типа с использованием специальных приспособлений.			+	
7.5	Центровка вертикальных гидроагрегатов			+	
7.6	Монтаж направляющих подшипников гидротурбины			+	
7.7	Монтаж горизонтальных капсульных гидротурбин			+	
8	Опробование гидроагрегата на холостом ходу				
8.1	Проверка и испытания гидроагрегата на холостом ходу			+	
9	Комплексное опробование гидроагрегата под нагрузкой				
9.1	Проверка и испытания гидроагрегата и его механизмов			+	
9.2	Проверка колебаний поршней сервомоторов направляющего аппарата и рабочего колеса в установившемся режиме работы гидроагрегата			+	
9.3	Проверка действия устройства перевода гидроагрегата в режим синхронного компенсатора и обратно			+	

10	Пуск, наладка и комплексное опробование смонтированного гидроагрегата				
10.1	Проверка и наладка гидроагрегата до заполнения водой подводящего и отводящего трактов				+
10.2	Проверка и наладка гидроагрегата при заполненных водой подводящего и отводящего тракта проточной части				+
10.3	Пробный пуск гидроагрегата				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25