

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 (ПРОФИЛЬ 1)

| | |
|--|---|
| Блок | Блок 1. «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы | Формируемая участниками образовательных отношений |
| Индекс дисциплины по учебному плану | Б1.В.16 |
| Трудоемкость в зачетных единицах | 7 семестр - 6 |
| Часов (всего) по учебному плану | 216 |
| Лекции | 7 семестр - 16 часов |
| Практические занятия | 7 семестр - 32 часа |
| Лабораторные работы | 7 семестр - 16 часов |
| Консультации по курсовому проекту/ работе: групповые индивидуальные | учебным планом не предусмотрено |
| Самостоятельная работа | 7 семестр – 116 |
| включая: | |
| РГР | 7 семестр – 9 часов |
| курсовые проекты (работы) | учебным планом не предусмотрены |
| Промежуточная аттестация: | |
| экзамен | 7 семестр – 2,5 часа |
| Контроль: экзамен | 1 семестр – 33,5 часа |

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Доцент кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Н.В. Байдакова

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Гидроэлектростанции и цифровые технологии

Доцент кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Н.В. Байдакова

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Энергетики

(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 | знать: <ul style="list-style-type: none">– Теоретические основы рабочего процесса реактивных и активных гидротурбин;– Способы регулирования рабочих параметров гидротурбин в процессе эксплуатации на ГЭС. уметь: <ul style="list-style-type: none">– Сделать обоснованный выбор класса, системы и типа гидротурбины на заданные параметры ГЭС;– Пользоваться методами моделирования реактивных гидротурбин |

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 6 зачетных 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 маслонапорных установок. Основные узлы МНУ. Выбор типоразмера маслонапорной 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. Подobie 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 подвешенного 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 | |
| Знать: | | | | | | | |
| - 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 |
| Уметь: | | | | | | | |
| - 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://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=277 .
3. Белаш И.Г. Разработка конструкций реактивных ПЛ гидротурбин, 2010. https://elib.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>
База данных 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/opendata>
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/opendata>
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, видеомэгафоно), 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 = 6 з.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 |

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

Профиль: Гидроэлектростанции и цифровые технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Оценочные материалы по дисциплине

Б1.В.16 ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Волжский 2021

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

| Номер и наименование результатов образования по дисциплине | Коды компетенции и индикаторов | Формы контроля |
|--|--------------------------------|--|
| Знать: | | |
| - теоретические основы рабочего процесса активных и реактивных гидротурбин | ПК-1.1 | Тест 1, Итоговый тест, Отчет по расчетному заданию Контрольная работа |
| - способы регулирования рабочих параметров реактивных гидротурбин | ПК-1.1 | Тест 2, Итоговый тест, Отчет по расчетному заданию Контрольная работа |
| Уметь: | | |
| - сделать обоснованный выбор параметров реактивной турбины на заданные параметры ГЭС | ПК-1.1 | Защита лабораторных работ Тест 3 Итоговый тест Отчет по расчетному заданию Контрольная работа |
| - пользоваться методами моделирования гидротурбин | ПК-1.1 | Тест 3 Итоговый тест Отчет по расчетному заданию Контрольная работа |

Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

Тест № 1 Тема: Основные параметры гидротурбин

Тест состоит из 20 вопросов. Время выполнения 20 минут.

Пример варианта теста:

1. Гидротурбины делят на классы
А) Активные и пассивные
Б) Активные и реактивные
В) Осевые и радиальные
Г) Реактивные и напорноструйные
2. На самые низкие напоры 3-25 м применяют турбины
А) РО
Б) К
В) ПЛД
Г) ПЛГК
3. Самым низким коэффициентом быстроходности обладают
А) РО турбины
Б) ПЛ турбины
В) ПЛД турбины
Г) ПЛГК турбины
4. На ГЭС с напорами от 30 до 150 м могут быть применены системы турбин
А) ПЛД, РО, К
Б) РО, ПЛ, ПЛД
В) РО, ПЛ, ПЛГК, ПЛД
Г) РО, ПЛ, ПЛД, ПЛГК, К
5. Оптимальным режимом турбины называют режим, при котором
А) КПД турбины имеет максимальное значение
Б) мощность турбины достигает максимального значения
В) расход турбины достигает максимального значения
Г) турбина работает при максимальном напоре
6. Бетонная спиральная камера с неполным углом охвата и трапецевидной формой поперечных сечений нашла наибольшее применение при
А) малых и средних напорах $H = 3 \div 45$ м
Б) средних и высоких $H = 150 \div 700$ м
В) всех напоров для реактивных гидротурбин $H = 3 \div 700$ м
Г) всех напоров для активных гидротурбин $H = 30 \div 1700$ м
7. Статор турбины предназначен исключительно для
А) правильной работы турбины
Б) восприятия и передачи радиальных нагрузок гидроагрегата
В) восприятия и передачи осевых нагрузок гидроагрегата
Г) поддержания направляющего аппарата
8. Во избежание поломок при попадании между соседними лопатками посторонних предметов, в приводе каждой из них устанавливают предохранительное устройство
А) срезной палец
Б) регулирующее кольцо

- В) срезная серьга
- Г) стопор

9. Направление относительной скорости потока воды определяется

- А) частотой вращения рабочего колеса
- Б) формой обтекателя
- В) формой лопастей рабочего колеса
- Г) угловой скоростью

10. Для осевых гидротурбин значение окружной скорости U_1 на входе

- А) больше чем на выходе
- Б) равна выходной
- Г) меньше чем на выходе

11. Мощность рабочего колеса турбины можно определить по (выберите один или несколько вариантов ответа)

- А) $N_{рк} = M\omega$
- Б) $N_{рк} = \rho g Q H \eta$.
- В) $N_{рк} = 1/2\pi \cdot (\Gamma_1 - \Gamma_2)$
- Г) $N_{рк} = \rho Q dt$

12. Основное энергетическое уравнение турбины может быть представлено как (выберите один или несколько вариантов ответа)

- А) $H\eta_\Gamma = 1/g \cdot (u_1 v_1 \cos \alpha_1 - u_2 v_2 \cos \alpha_2)$,
- Б) $H\eta_\Gamma = \omega/g2\pi \cdot (u_1 v_1 \cos \alpha_1 - u_2 v_2 \cos \alpha_2)$
- В) $H\eta_\Gamma = 1/g \cdot (\Gamma_1 - \Gamma_2)$
- Г) $H\eta_\Gamma = \omega/g2\pi \cdot (\Gamma_1 - \Gamma_2)$

13. Ограничение использования осевых турбин по напору вызвано

- А) несовершенством осевых колес
- Б) недопустимыми частотами вращения
- В) недопустимыми значениями скоростей потока вибраций РК
- Г) отсутствием опытных данных

14. Потери в натурной турбине, в сравнении с потерями в ее модели

- А) больше
- Б) меньше
- В) при изогональном режиме одинаковы
- Г) всегда одинаковы

15. Увеличение быстроходности конкретного рабочего колеса при постоянном значении мощности приведет к

- А) увеличению его диаметра
- Б) уменьшению выработки
- В) увеличению износостойкости
- Г) уменьшению веса турбины

16. Параметры модели-эталона имеющей диаметр один метр и работающей при напоре один метр называют

- А) критериями подобия
- Б) формулами подобия
- В) автомобильными величинами
- Г) приведенными величинами

17. Высота отсасывания гидротурбины это

- А) расстояние от отметки рабочего колеса до отсасывающей трубы
- Б) расстояние от отметки рабочего колеса до уровня нижнего бьефа
- В) расстояние от отметки рабочего колеса до уровня мирового океана
- Г) расстояние от отметки рабочего колеса до пола машзала

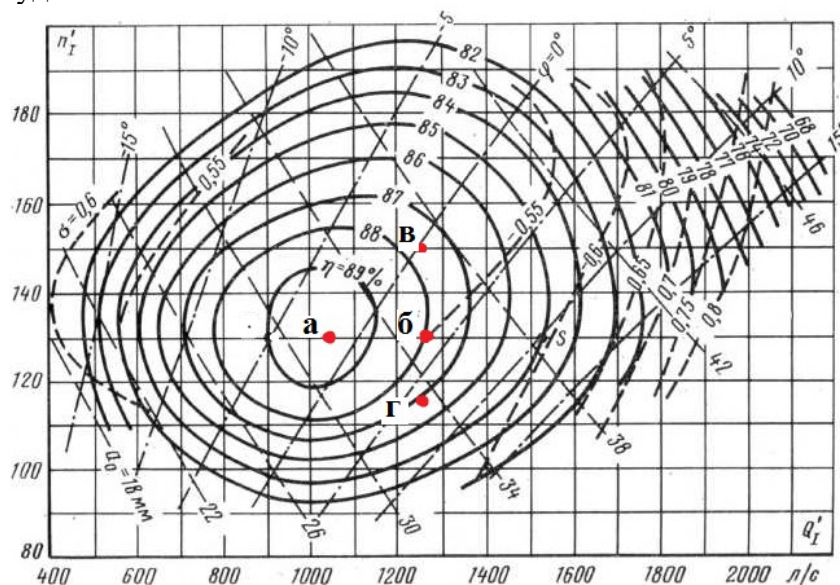
18. Соответствие диаметра D_1 турбинам

- А) ПЛ;
 - Б) К;
 - В) ПЛД;
 - Г) РО ;
- 1) наибольший диаметр камеры рабочего колеса;
 - 2) условный диаметр пересечения осей поворота лопастей с камерой рабочего колеса;
 - 3) условный наибольший диаметр расположения входных кромок рабочего колеса;
 - 4) диаметр средней окружности ковшей, к которой касательны осевые линии струй.

19. Соотношение функций основным рабочим органам турбины

- А) направляющий аппарат
 - Б) спиральная камера
 - В) статор
 - Г) отсасывающая труба
- 1) организованный подвод воды и создание предварительной закрутки потока
 - 2) регулирование расхода и мощности турбины
 - 3) передача осевых нагрузок гидроагрегата
 - 4) организованный отвод воды с минимальными потерями энергии.

20. На представленной ГУХ ПЛ турбины (при известных значениях D_1 и $n_{\text{синх}}$ мощность будет больше в точке



По результатам тестирования выставляется:

- 10 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 9 баллов, если правильно выполнено не менее 70% заданий.
- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Тест № 2 Тема: Гидромеханическое оборудование ГЭС

Тест состоит из 20 вопросов. Время выполнения 20 минут.

Пример варианта теста:

1. При больших колебаниях напора предпочтительнее установка гидротурбин.
А) поворотно-лопастных
Б) радиально-осевых
Г) пропеллерных
2. Синхронная частота вращения гидроагрегата с 10 полюсами и частотой сети 50 Гц будет равна ...
А) 100 об/мин;
Б) 150 об/мин;
В) 300 об/мин;
Г) 600 об/мин.
3. Направляющий турбинный подшипник предназначен для компенсации
А) осевых нагрузок
Б) радиальных перемещений
В) вертикальных вибраций
4. Рабочее колесо РО турбины соединяется с валом посредством
А) фланца
Б) обтекателя
В) обода
5. Смазка и охлаждение вкладышей подшипника в зависимости от материала:
1) на резиновой основе а) смазываются маслом и охлаждаются водой
2) на баббитовой основе б) смазываются и охлаждаются маслом
 в) смазываются и охлаждаются водой
6. Если отказ от работы механизма вызовет аварию, то система автоматического управления немедленно обеспечивает:
а) остановку агрегата
б) отключение генератора
в) активацию систему пожаротушения
7. Важнейшим элементом автоматизации гидротурбинного оборудования является автоматическое регулирование, задача которого состоит в:
а) регулировании величины тока в сети
б) регулировании степени нагрузки генератора
в) поддержании, в заранее заданных пределах, скорости вращения вала агрегата
8. Уравнение динамики машин:
а)
б) $J \cdot \frac{d\omega}{dt} = M_D - M_C$
в) $J \cdot \frac{d\omega}{dt} = M_C - M_D$
9. Качественный показатель процесса регулирования:

- а) мощность
- б) частота вращения
- в) открытие НА
- г) время полного закрытия НА

10. Гарантии регулирования это

- А) расход и давление
- Б) напор и расход
- В) частота вращения и давление
- Г) давление и расход

11. Маслонапорная установка служит для

- А) поддержания необходимого давления и расхода масла в системе регулирования
- Б) поддержания необходимого количества масла
- В) охлаждения генераторного подшипника

12. Отличительными особенностями электрогидравлического регулятора является

- А) измеритель параметра, схема сравнения и исполнительная схема механическая
- Б) измеритель электрический, схема сравнения и исполнительная схема гидромеханическая
- В) измеритель и схема сравнения электрические, исполнительная схема гидромеханическая

13. В современных турбинах в основном всегда используется регулирование без обратной связи.

- А) верно
- Б) неверно

14. В современных турбинах в основном используются электрогидравлические регуляторы.

- А) верно
- Б) неверно

15. Количество лопаток в НА чаще составляет

- А) 15 шт
- Б) 24 шт
- В) 48 шт
- Г) 4 шт

16. НА и систему поворота лопастей РК в ПЛ турбинах обычно питает

- А) она и та же МНУ
- Б) разные МНУ с одинаковыми давлениями
- В) разные МНУ с разными давлениями

17. Давление в системе регулирования турбины обычно равно

- А) 1 ат.
- Б) 4,0 или 6,3 МПа
- В) 100 или 105 кПа
- Г) 24 или 32 МПа

18. Как должна изменяться частота вращения вала работающего гидроагрегата при изменении напора?

- А) пропорционально изменению напора
- Б) обратно пропорционально изменению напора
- В) частота вращения должна быть постоянной

19. Работа гидротурбины с развитой кавитацией
А) допустима
Б) не допустима
В) допустима при расчетном напоре
20. Для турбины оптимальным режимом является тот, при котором она работает
А) с максимальной мощностью
Б) с минимальным расходом
В) с минимальным напором
Г) с максимальным КПД

По результатам тестирования выставляется:

- 10 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 9 баллов, если правильно выполнено не менее 70% заданий.
- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Тест № 3 Тема: Гидрогенераторы

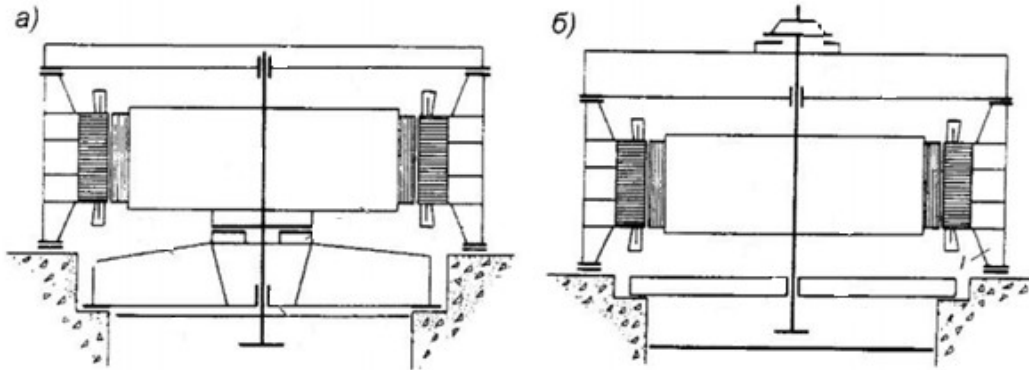
Тест состоит из 15 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста:

1. Гидрогенераторы относятся к синхронным машинам, потому что
А) вращаются с частотой 50 об/мин
Б) поле статора и ротор вращаются синхронно, т.е. точно совпадают по времени
В) количество полюсов ротора столько же, сколько витков в обмотке статора
2. С какой частотой вращается магнитное поле обмоток статора синхронного генератора, если в его обмотках индуцируется ЭДС частотой 50 Гц, а индуктор имеет четыре пары полюсов?
А) 750
Б) 150
В) 1500
Г) 50
3. К какому источнику электрической энергии подключается обмотка возбуждения генератора?
А) переменного 3-х фазного
Б) постоянного
В) однофазного
4. Каким должен быть зазор между ротором и статором синхронного генератора для обеспечения синусоидальной формы индуцируемой ЭДС?
А) Увеличивающимся от середины к краям полюсного наконечника
Б) Уменьшающимся от середины к краям полюсного наконечника
В) Зазор должен быть 1- 1,5 мм
Г) Строго одинаковым по всей окружности ротора
5. Реактивные сопротивления генераторы вызывают потери.
А) верно
Б) не верно

6. Что нужно сделать, чтобы нагрузить гидрогенератор реактивным емкостным током?
- А) увеличить ток возбуждения
 - Б) уменьшить ток возбуждения
 - В) увеличить число полюсов ротора
 - Г) уменьшить число полюсов ротора

7. Соотнесите схемы генераторов
- 1) Зонтичный
 - 2) Подвесной



8. Коэффициент мощности генератора ($\cos \varphi$) показывает
- А) отношение активной мощности к полной
 - Б) отношение активной мощности к реактивной
 - В) отношение реактивной мощности к полной
 - Г) отношение полной мощности к реактивной
9. Чтобы частота вращения генератора оставалась практически постоянной за время срабатывания системы регулирования, необходимо, чтобы ротор агрегата обладал определенным запасом кинетической энергии, которая при заданной частоте вращения характеризуется
- А) коэффициентом мощности
 - Б) током возбуждения
 - В) величиной махового момента
 - Г) напором турбины
10. Главные размеры генератора зависят в основном от
- А) расчетной мощности
 - Б) частоты вращения
 - В) требуемого минимального махового момента ротора
 - Г) переходного индуктивного сопротивления по продольной оси
 - Д) всего перечисленного
11. Автоматическое регулирование возбуждения заключается в
- А) автоматическом изменении силы тока возбуждения генератора
 - Б) автоматическом изменении напряжения на главных выводах генератора
 - В) автоматическом изменении частоты тока возбуждения
12. В последних конструкциях генераторов применяются системы возбуждения
- А) независимого возбуждения
 - Б) электромашинного

В) самовозбуждения

13. Вода из системы ТВС, подводимая к подпятнику агрегата, выполняет функцию

А) охлаждения и смазки подпятника

Б) смазки сегментов подпятника

В) охлаждения подпятника

14. Роторы генератора должны без вредных последствий выдерживать угонную частоту вращения в течение

А) 2 часов

Б) 2 минут

В) от 5 до 10 минут, в зависимости от конструкции ротора

Г) угонная частота вращения не допускается, т.к. роторы моментально разрушаются

15. Соотнесите выражения мощностей генератора

А) полная мощность $S_H =$

Б) активная мощность P_H

В) реактивная мощность Q

1) $= \eta_T N_T$

2) $= S_H \sin \phi = UI \sqrt{3} \sqrt{3} \sin \phi$

3) $= P_H / \cos \phi = UI \sqrt{3}$

По результатам тестирования выставляется:

- 10 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 9 баллов, если правильно выполнено не менее 70% заданий.
- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Контрольная работа

Вариант 1

1. Перечислить известные вам типы гидроэнергетических установок.
2. Запишите выражение мощности речного потока в [кВт].
3. К какому классу относятся РО турбины?
4. Диаметр D_1 диагональной турбины это...
5. Перечислите основные рабочие органы гидротурбины.
6. Расчетный напор это
7. Как найти КПД турбины?
8. Что больше, КПД гидроагрегата или КПД турбины?

Вариант 2

1. Перечислить известные вам схемы концентрации напора ГЭС.
2. Запишите выражение мощности речного потока в [Вт].
3. К какому классу относятся ПЛ турбины?
4. Диаметр D_1 радиально-осевой турбины это...
5. Перечислите основные параметры гидромашин.
6. Назначение и функция НА.

7. Как найти КПД турбины?
8. Что больше, КПД гидроагрегата или КПД турбины?

По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 10 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 9 баллов, если правильно выполнено не менее 70% заданий.
- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Расчетное задание

Данный расчет выполняется каждым студентом самостоятельно по индивидуальному заданию и включает в себя следующие этапы.

1. Выбор системы и типа гидротурбины, определение её основных параметров.
2. Расчет и построение рабочих характеристик.
3. Построение эксплуатационной характеристики.

По результатам отчета расчетного задания выставляется:

Расчетное задание считается выполненным на 20 баллов, если выполнены следующие условия:

- верно выполнено 96-100% задания.

Расчетное задание считается выполненным на 11-19 баллов, если выполнены следующие условия:

- верно выполнено 75-95% задания.

Расчетное задание считается выполненным на 10 баллов, если выполнены следующие условия:

- верно выполнено 50-74% задания.

Промежуточная аттестация

Экзамен

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание.

Примеры теоретических вопросов билета:

1. Назначение масляного хозяйства ГЭС
2. Масла, применяемые на энергетических предприятиях
3. Расходы масла на энергетических предприятиях
4. Обработка масел на ГЭС
5. Изоляционные трансформаторные масла.(Испытания изоляционных масел, Физико-химические свойства трансформаторного масла)
6. Индустриальные и турбинные масла
7. Назначение систем технического водоснабжения
8. Потребители систем технического водоснабжения (Подшипники гидромашин, Воздухоохладители генераторов, Маслоохладители подпятника)
9. Потребители систем технического водоснабжения (Теплообменники для охлаждения обмотки статора генератора, Маслоохладители трансформаторов,)
10. Требования к воде применяемой в системах ТВС ГЭС
11. Автоматизация ТВС
12. Борьба с дрейссеной
13. Противопожарное водоснабжение
14. Назначение пневматического хозяйства ГЭС
15. Потребители систем низкого давления

16. Потребители систем высокого давления
17. Требования к сжатому воздуху.
18. Способы очистки и сушки воздуха
19. Компрессорные установки
20. Автоматизация и защита компрессорной установки
21. Назначение осушающих устройств
22. Состав оборудования осушающих устройств
23. Автоматизация насосных откачки

Примеры практических заданий:

1. Определить отметку установки турбины **ПЛ406-В-550** из условия обеспечения её безкавитационной работы на всех режимах.

Дано:

$N_p = 56000 \text{ кВт}$

$N_{огр} = 30000 \text{ кВт}$

Характерные отметки бьефов

| | расчетная | максимальная | минимальная |
|----------------|-----------|--------------|-------------|
| $\nabla ВУ, м$ | 94,3 | 100 | 85 |
| $\nabla НУ, м$ | 61 | 62 | 60 |

2. Для турбины ПЛ30а-В-375 подобрать синхронную частоту вращения и определить число пар полюсов генератора. Поправкой на КПД пренебречь.

Дано:

$N_p = 27500 \text{ кВт}$

Характерные отметки бьефов

| | расчетная | максимальная | минимальная |
|----------------|-----------|--------------|-------------|
| $\nabla ВБ, м$ | 102,4 | 105,5 | 99,0 |
| $\nabla НБ, м$ | 78,8 | 81,0 | 75,5 |

Параметры модели принять из номенклатуры.

3. Определить характерные напоры гидротурбины, выбрать систему и тип гидротурбины, обеспечивающую мощность $N_p = 90000 \text{ кВт}$. Поправкой КПД для натурной машины пренебречь.

Дано: $N_p = 90000 \text{ кВт}$.

Характерные отметки бьефов

| | расчетная | максимальная | минимальная |
|----------------|-----------|--------------|-------------|
| $\nabla ВБ, м$ | 203,0 | 213,0 | 197,0 |

| | | | |
|-------|-------|-------|------|
| ∇НБ,м | 100,0 | 102,0 | 94,0 |
|-------|-------|-------|------|

Параметры модели принять из номенклатуры.

| | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 1000 | 1250 | 1400 | 1600 | 1800 | 1900 | 2000 | 2120 | 2240 |
| 2360 | 2500 | 2650 | 2800 | 3000 | 3150 | 3350 | 3550 | 3750 |
| 4000 | 4250 | 4500 | 4750 | 5000 | 5300 | 5600 | 6000 | 6300 |
| 6700 | 7100 | 7500 | 8000 | 8500 | 9000 | 9500 | 10000 | 10600 |

4. Задача: определить диаметр вала для агрегата с турбиной ПЛ40-В-355 и гидрогенератором агрегата ВГС 528/110-60.

Н_р=36 м

Q_г=1,2212 м³/с

КПД=0,92

При расчете мощность ГА округлить до целых кВт.

Полученное значение диаметра округляют до ближайшего стандартизованного (кратное 50 мм при D_в менее 1000 мм и кратное 100 мм при D_в≥1000 мм).

5. для турбины ПЛ30а-В-375 подобрать синхронную частоту вращения и определить число пар полюсов генератора. Поправкой на КПД пренебречь.

Дано:

Н_р =27500 кВт

Характерные отметки бьефов

| | расчетная | максимальная | минимальная |
|-------|-----------|--------------|-------------|
| ∇ВУ,м | 102,4 | 105,5 | 99,0 |
| ∇НУ,м | 78,8 | 81,0 | 75,5 |

Время подготовки ответа – 60 минут.

По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;
- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки;

- 0 баллов, если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для категории 20-25 баллов.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

| Оценка | Количество баллов |
|----------------------------------|--------------------------|
| оценка 5 («отлично») | 90 – 100 баллов |
| оценка 4 («хорошо») | 76 – 89 баллов |
| оценка 3 («удовлетворительно») | 60 – 75 баллов |
| оценка 2 («неудовлетворительно») | 0 – 59 баллов |