

**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

Наименование образовательной программы: Гидроэлектростанции и цифровые технологии

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ (ПРОФИЛЬ 1)**

<b>Блок</b>	<b>Блок 1. «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы</b>	<b>Формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.В.14</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах</b>	<b>6 семестр - 6</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану</b>	<b>216</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 16 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 32 часа</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>6 семестр - 16 часов</b>
<b>Консультации по курсовому проекту/ работе:</b> групповые индивидуальные	<b>учебным планом не предусмотрено</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 116 часов</b>
включая: курсовые проекты (работы)	<b>учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b> экзамен	<b>6 семестр – 2,5 часа</b>
<b>Контроль:</b> экзамен	<b>6 семестр – 33,5 часа</b>

**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

### Цели освоения дисциплины

- формирование знаний об оптимальных режимах использования энергоустановок на базе возобновляемой энергетики в топливно-энергетическом комплексе страны;
- формирование знаний об энергетических особенностях технологического процесса на ГЭУ разного типа (ГЭС, НС, ГАЭС, ПЭС и т.д.) с водохранилищами разного вида регулирования речного стока;
- формирование знаний о методах решения современных сложных водохозяйственных и водноэнергетических задач в условиях эксплуатации и проектирования.

### Задача дисциплины:

- привитие теоретических и практических навыков применения методов системного анализа для постановки, формализации и решения современных сложных энергетических, водохозяйственных и водно-энергетических задач, имеющих место при эксплуатации и проектировании параметров и режимов энергоустановок, электростанций и энергокомплексов, использующих ресурсы возобновляемых источников энергии.

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>- физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач проектирования и эксплуатации ГЭУ разного типа;</li><li>- методы определения параметров основного и вспомогательного оборудования ГЭУ;</li><li>- методы расчета энергетических и водохозяйственных режимов работы ГЭУ и каскадов ГЭУ;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач проектирования и</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>эксплуатации ГЭУ разного типа;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять параметры основного и вспомогательного оборудования ГЭУ;</li> <li>- рассчитывать энергетические и водохозяйственные режимы работы ГЭУ и каскадов ГЭУ.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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», «Гидравлика и инженерная гидрология».

Для освоения дисциплины, обучающийся должен:

### **знать:**

- физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач проектирования и эксплуатации ГЭУ разного типа;
- методы определения параметров основного и вспомогательного оборудования ГЭУ;
- методы расчета энергетических и водохозяйственных режимов работы ГЭУ и каскадов ГЭУ;

### **уметь:**

- применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач проектирования и эксплуатации ГЭУ разного типа;
- определять параметры основного и вспомогательного оборудования ГЭУ;
- рассчитывать энергетические и водохозяйственные режимы работы ГЭУ и каскадов ГЭУ.

Результаты образования, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении необходимых при изучении следующих дисциплин «Экономика гидроэнергетики», «Гидравлические машины», «Водноэнергетические режимы», «Управление и эксплуатация ГЭС», а также выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы							СР		Конт- роль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная										
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА					
1	Общие положения курса	26	6	2	4						20		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] стр. 26-31, 31-34	
2	Методы расчета основных категорий гидроэнергетического потенциала на Земле	32	6	2	6	4					20		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] стр. 69-76	
3	Обобщенная модель технологического процесса преобразования энергии на ГЭУ с водохранилищем	32	6	2	6	4					20		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] стр.255-259, [2] стр. 50-55	
4	Напорные характеристики разных типов ГЭУ и методы их расчета	32	6	2	6	4					20		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1]стр. 143-173, [2] стр. 105-120	
5	Методы расчета основных энергетических характеристик гидроагрегата и агрегатного блока ГЭУ	32	6	2	6	4					20		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1]стр. 143-173	
6	Методы расчета основных энергетических характеристик разных типов ГЭУ в целом	28	6	6	6	-					16		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1]стр. 209-251, [2] стр. 213-246	
	Экзамен	36	-	-	-	-				2,5	-	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена	
	Итого:	216	6	16	32	16	-	-	2,5	116	33,5			

Примечание:Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### 3.2 Краткое содержание разделов

#### 1. Общие положения курса

Предмет и задачи курса. Место и значение курса в системе подготовки бакалавров по профилю “Гидроэлектростанции”. Методика изучения курса. Системный подход. Гидроэнергетика: формы ее проявления и особенности. Категории гидроэнергетического потенциала и их особенности. Современный топливно-энергетический комплекс России и его особенности в условиях становления рыночных отношений. Гидроэнергетика России на современном этапе: проблемы и перспективы развития.

#### 2. Методы расчета основных категорий гидроэнергетического потенциала на Земле

Гидроэнергия, ее физическая сущность и особенности. Источники гидроэнергоресурсов. Методы расчета гидроэнергетических ресурсов поверхностного стока и водотоков, кадастр водотоков. Методы расчета потенциала приливов-отливов, волн морей и океанов. Использование гидроэнергетического потенциала в настоящее время и в перспективе. Малая гидроэнергетика и ее особенности.

#### 3. Обобщенная модель технологического процесса преобразования энергии на ГЭУ с водохранилищем

Основные типы ГЭУ, схемы концентрации напора и использования гидроэнергии. Понятие о ГЭУ как о сложной системе. Обобщенная модель технологического процесса преобразования энергии в ГЭУ и ее системный анализ. Баланс расходов ГЭУ и анализ его составляющих. Основные понятия баланса напоров разных типов ГЭУ. Балансы мощности и энергии ГЭУ. Энергетические характеристики основных этапов преобразования энергии в ГЭУ.

#### 4. Напорные характеристики разных типов ГЭУ и методы их расчета

Напорная характеристика русловой ГЭС и методы ее расчета. Основные влияющие факторы для установившегося и неустановившегося режимов работы ГЭС. Особенности напорных характеристик приплотинных и деривационных ГЭС. Подведенная мощность к агрегатам ГЭС и методы ее расчета с использованием характеристик потерь напора и мощности. Напорная характеристика насосной станции (НС) и ГАЭС в насосном режиме. Основные влияющие факторы. Особенности напорных характеристик ГАЭС, ПЭС, ГЭС – ГАЭС, каскадов ГЭУ и энерготехнологических комплексов.

#### 5. Методы расчета основных энергетических характеристик гидроагрегата и агрегатного блока ГЭУ

Понятие гидроагрегата и агрегатного блока ГЭС. Абсолютные, относительные и дифференциальные показатели режима гидроагрегата. Виды и назначение энергетических характеристик гидроагрегата. Баланс мощности в гидроагрегате и в агрегатном блоке.

Основные энергетические характеристики гидротурбин, методы их получения, погрешности. Особые режимные точки и их использование в анализе энергетических характеристик гидротурбин. Характеристики потерь мощности (расхода) как основа исследования энергетического баланса гидротурбины. Назначение и методы расчета дифференциальных характеристик гидротурбин.

Основные энергетические характеристики гидрогенераторов и их особенности. Методы расчета энергетических характеристик гидроагрегата и агрегатного блока и их особенности.

#### 6. Методы расчета основных энергетических характеристик разных типов ГЭУ в целом

Понятие энергетической характеристики ГЭС. Математическая постановка общей задачи оптимизации режима основного оборудования ГЭС при заданной отдаче по расходу



(мощности) при постоянном напоре агрегатов. Критерии оптимальности, уравнения связи, ограничения типа неравенства.

Классификация общей задачи и методы ее решения. Использование методов математического программирования в решении общей задачи для ГЭС с оборудованием, имеющим разные энергетические характеристики. Особенности решения задачи для невыпуклых энергетических характеристик потерь мощности в агрегатах ГЭС.

Энергетические характеристики ГЭС с одинаковыми агрегатами и их графическое представление. Особенности энергетических характеристик ГЭС с агрегатами, имеющими невыпуклые характеристики потерь мощности. Режимные потери на ГЭС. Влияние переменного напора и ограничивающих условий на энергетические характеристики разных ГЭС по способу создания напора. Учет требований охраны среды в характеристиках ГЭС.

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

1. Расчет валового и технического гидроэнергетического потенциала открытого водотока (6 часов).
2. Методы расчета основных энергетических характеристик агрегата ГЭС при постоянном и переменном напоре (6 часов).
3. Методы расчета основных энергетических характеристик ГЭС в целом при постоянном и переменном напоре (6 часов).
4. Методы расчета основных энергетических характеристик НС в целом (8 часов).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Расчет водноэнергетического кадастра и схемы каскадного использования водотока (4 часа).
2. Расчет напорных и энергетических характеристик створа и русловой ГАУ (4 часа).
3. Расчет основных энергетических характеристик гидроагрегата и ГАУ (4 часа).
4. Расчет основных энергетических характеристик ГАУ (4 часа).

### **3.5. РГР учебным планом не предусмотрены**

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

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

### 3.7. 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	6	
<b>Знать:</b>								
физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач проектирования и эксплуатации ГЭУ разного типа	ПК-1.1	X		X		X		Лабораторные работы 1,2,3, экзамен
методы определения параметров основного и вспомогательного оборудования ГЭУ	ПК-1.1		X	X	X	X	X	Лабораторные работы 3, 4 экзамен
методы расчета энергетических и водохозяйственных режимов работы ГЭУ и каскадов ГЭУ	ПК-1.1		X	X			X	Лабораторные работы 3,4 экзамен
<b>Уметь:</b>								
применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач проектирования и эксплуатации ГЭУ разного типа	ПК-1.1		X		X		X	Лабораторные работы 1-4, экзамен
определять параметры основного и вспомогательного оборудования ГЭУ	ПК-1.1	X	X		X	X		Лабораторные работы 3,4 экзамен
рассчитывать энергетические и водохозяйственные режимы работы ГЭУ и каскадов ГЭУ	ПК-1.1			X	X	X	X	Лабораторные работы 2,3 экзамен

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

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

Для контроля результатов образования проводятся:

– тесты:

№1 Основные категории гидроэнергетического потенциала на Земле;

№2 Модель технологического процесса преобразования энергии на ГЭУ с водохранилищем;

№3 Напорные характеристики разных типов ГЭУ и методы их расчета;

Итоговый тест;

– защита лабораторных работ.

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **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 выносятся оценка за 6 семестр.

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

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

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

1. Гидроэнергетика : учебное пособие / Т.А. Филиппова, М.Ш. Мисриханов, Ю.М. Сидоркин, А.Г. Русина. – 3-е изд., перераб. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 621 с. : табл., граф., схем., ил. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436213> (дата обращения: 24.03.2020). – Библиогр.: с. 575-577. – ISBN 978-5-7782-2209-0. – Текст : электронный.
2. Теоретические основы гидроэнергетики:[в 2-х ч.] Ч. 1. Установившиеся режимы работы ГЭУ : учебник по курсу "Теоретические основы гидроэнергетики" по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Г. В. Дерюгина, Н. К. Малинин, П. С. Шуркалов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"), Ассоциация "Гидроэнергетика России" . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 380 с. – URL: [https://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10706](https://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10706) . - Победитель конкурса "Лучшее издание по гидроэнергетике" в номинации "Лучшее учебное издание" 2018 года . - ISBN 978-5-7046-2159-1 . - ISBN 978-5-7046-2158-4 .

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

1. MicrosoftOffice
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/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>.

### **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, видеомэгафон), средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

Лабораторные занятия проводятся в лабораториях Гидротехнических сооружений имени им. профессора Е.А. Маликова и Моделирования энергетических систем им. профессора А.Д. Григи.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ

(название дисциплины)

### 6 семестр

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

КМ-1	Тест «Основные категории гидроэнергетического потенциала на Земле»
КМ-2	Тест «Модель технологического процесса преобразования энергии на ГЭУ с водохранилищем»
КМ-3	Тест «Методы расчета основных энергетических характеристик гидроагрегата и агрегатного блока ГЭУ»
КМ-4	Защита лабораторной работы №1
КМ-5	Защита лабораторной работы №2
КМ-6	Защита лабораторной работы №3
КМ-7	Защита лабораторной работы №4
КМ-8	Итоговый тест

#### 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	КМ-6	КМ-7	КМ-8	Экзамен
1	Общие положения курса		+							+	+
2	Методы расчета основных категорий гидроэнергетического потенциала на Земле		+			+				+	+
3	Обобщенная модель технологического процесса преобразования энергии на ГЭУ с водохранилищем			+						+	+
4	Напорные характеристики разных типов ГЭУ и методы их расчета			+			+			+	+
5	Методы расчета основных энергетических характеристик гидроагрегата и агрегатного блока ГЭУ				+			+		+	+
6	Методы расчета основных энергетических характеристик разных типов ГЭУ в целом				+				+	+	+
Минимальный балл за КМ			5	5	5	5	5	5	5	5	20
Максимальный балл за КМ			7	7	7	8	8	8	8	7	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.15 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ**

**Волжский 2022**

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 (в соответствии с разделом 1)	Коды компетенции и индикаторов	Формы контроля
<b>Знать:</b>		
физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач проектирования и эксплуатации ГЭУ разного типа	ПК-1.1	Лабораторные работы 1,2,3, экзамен
методы определения параметров основного и вспомогательного оборудования ГЭУ	ПК-1.1	Лабораторные работы 3, 4 экзамен
методы расчета энергетических и водохозяйственных режимов работы ГЭУ и каскадов ГЭУ	ПК-1.1	Лабораторные работы 3,4 экзамен
<b>Уметь:</b>		
применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач проектирования и эксплуатации ГЭУ разного типа	ПК-1.1	Лабораторные работы 1-4, экзамен
определять параметры основного и вспомогательного оборудования ГЭУ	ПК-1.1	Лабораторные работы 3,4 экзамен
рассчитывать энергетические и водохозяйственные режимы работы ГЭУ и каскадов ГЭУ	ПК-1.1	Лабораторные работы 2,3 экзамен

## Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### Тест «Основные категории гидроэнергетического потенциала на Земле»

Тест состоит из 10 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

К важнейшим элементам внешней среды НЕ относятся: \*

Отметьте все подходящие варианты.

- ☐ Природная среда
- ☐ Социум
- ☐ Экономика
- ☐ Ресурсы

.. - совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединённых между собой и связанных общностью режимов в непрерывном процессе производства, преобразования, передачи и распределения электрической и тепловой энергии при общем управлении этим режимом. \*

К параметрам режима относятся: \*

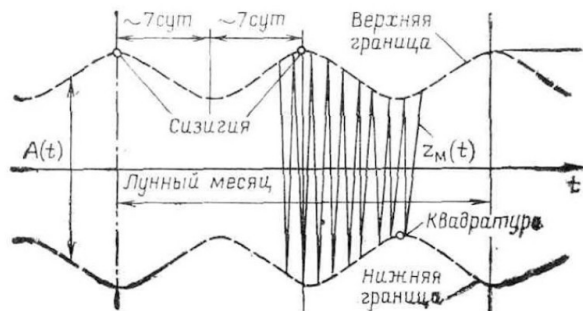
Отметьте все подходящие варианты.

- ☐ Качество электрической энергии
- ☐ Мощность рабочая
- ☐ Мощность располагаемая
- ☐ Количество электрической энергии

... - п о т е н ц и а л — часть валового потенциала, которая может быть использована на современном уровне развития науки и техники. \*

На рисунке изображено: \*

2 бал



Отметьте только один овал.

- ☐ Схема образования приливной волны на Земле
- ☐ Мареограмма правильного полусуточного прилива в течение лунного месяца
- ☐ Схема образования отливов

На рисунке представлена формула определения... \*

$$N_{12} = \frac{\partial_{12}}{T} = \rho g \frac{W}{T} H_{12} = \rho g Q_{12} H_{12},$$

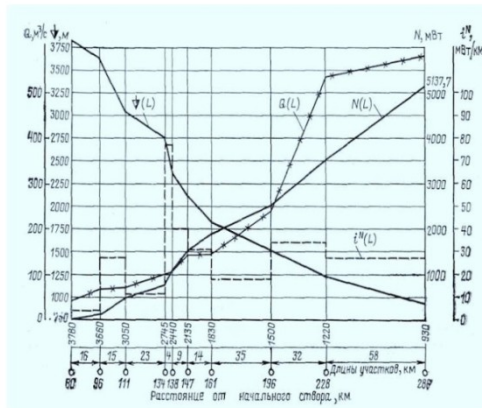
Отметьте только один овал.

- ☐ Потенциальная энергия, теряемая на участке, L12
- ☐ Средняя мощность водотока, Вт
- ☐ Энергетическая емкость заданного участка водотока L12



На водноэнергетическом кадастре водотока зависимость изменения расхода воды по длине водотока обозначена... \*

1 балл

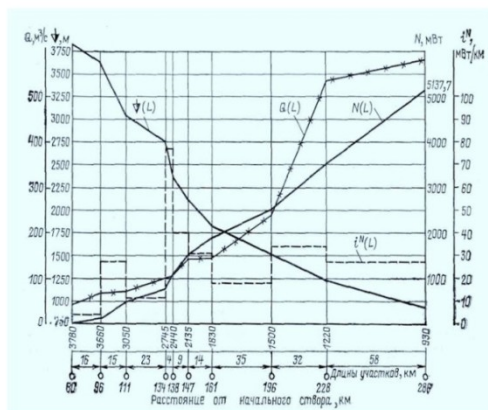


Отметьте только один овал.

- ☐  $\varphi_z = \varphi_z(L)$   
☐  $Q = Q(L)$   
☐  $N = N(L)$

На водноэнергетическом кадастре водотока  $N = N(L)$  обозначен... \*

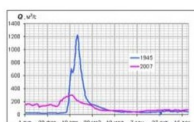
2 балла



Отметьте только один овал.

- ☐ продольный профиль водотока  
☐ зависимость изменения расхода воды по длине водотока  
☐ зависимость изменения потенциальной мощности водотока по его длине  
☐ зависимость изменения удельной потенциальной мощности водотока по его длине

На рисунке изображено... \*



Причины неравномерности гидрографа реки \*

Отметьте только один овал.

- ☐ Сезонные колебания стока  
☐ Круговорот воды в природе  
☐ Хозяйственная деятельность человека

## По результатам тестирования выставляется:

- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 6 баллов, если правильно выполнено 70-89% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено 50-69% заданий.

## Тест «Модель технологического процесса преобразования энергии на ГЭУ с водохранилищем»

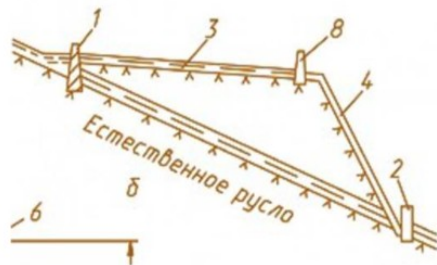
Тест состоит из 12 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

Способы концентрации напора: \*

- ☐ Сооружение плотины
- ☐ Сооружение деривации
- ☐ Сооружение плотины или деривации

На рисунке изображена ... схема концентрации напора \*



- ☐ Плотинная
- ☐ Деривационная русловая
- ☐ Деривационная междолинная

Саяно-Шушенская ГЭС является... \*

- ☐ Русловой ГЭС
- ☐ Приплотинной ГЭС
- ☐ Деривационной ГЭС

Расшифруйте термин ФПУ \*

Краткий ответ

Для чего нужно знать минимальный напор турбины \*

- ☐ Для расчета прочности РК
- ☐ Для определения установленной мощности ГЭС
- ☐ Для определения границ кавитационного режима турбины

Потеря мощности зависит от ... \*

- ☐ потери расхода
- ☐ потери напора
- ☐ потери мощности
- ☐ потери притока

... мощность – полезная мощность, произведенная рассматриваемым элементом цепочки преобразования энергии \*

- ☐ Основная
- ☐ Входная
- ☐ Выходная
- ☐ Подведенная

На рисунке показана формула определения... напора \*

$$H_{ГЭС}(t) = Z_{ВБ}(t) - Z_{НБ}(Q_{НБ}(t))$$

Краткий ответ

Потери расхода воды в водохранилище \*

- ☐ На ирригацию
- ☐ На коммунальное водоснабжение
- ☐ На испарение, шлюзование и водохозяйственные цели

К гидроагрегатному блоку НЕ относятся: \*

- ☐ водозабор
- ☐ водопровод
- ☐ направляющий аппарат
- ☐ турбина
- ☐ генератор
- ☐ затворы

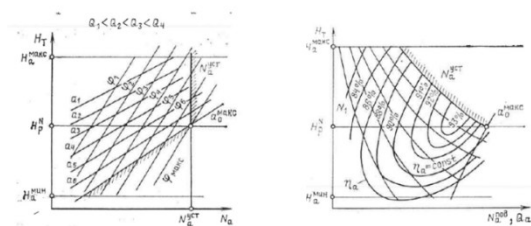
К гидроагрегату НЕ относятся: \*

- ☐ турбина
- ☐ генератор
- ☐ водовод
- ☐ затворы

Энергетические характеристики получаются при \*

- ☐ натурных испытаниях гидроагрегатов
- ☐ модельных испытаниях гидроагрегатов с пересчетом на натурные параметры
- ☐ модельных испытаниях гидротурбины на заводе-изготовителе

На рисунке представлена... характеристика гидроагрегата \*



Краткий ответ

**По результатам тестирования выставляется:**

- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 6 баллов, если правильно выполнено 70-89% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено 50-69% заданий.

**Тест «Методы расчета основных энергетических характеристик гидроагрегата и агрегатного блока ГЭУ»**

Тест состоит из 15 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

Задание №1		
Основным органом, занимающимся водными ресурсами РФ , является		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)		Министерство энергетики
2)		Министерство водресурсов
3)		ФАВР-Федеральное агентство водных ресурсов РФ
4)		Орган местного самоуправления

Задание №2		
Потери стока на холостой сброс уменьшаются, что в течение года компенсирует ... выработки из-за снижения среднесуточного напора.		
Запишите ответ:		
1)	Ответ:	

Задание №3			
Соотнесите специальные виды регулирования стока:			
Укажите соответствие для всех 3 вариантов ответа:			
1)	Компенсирующее электрическое регулирование	1)	повышение гарантированной мощности ГЭС за счет асинхронности стока водотоков, на которых сооружены ГЭС
2)	Контррегулирование	2)	накопление нижним водохранилищем сброса вышележащей ГЭС в период наибольшего сброса
3)	Компенсированное водохозяйственное регулирование	3)	обеспечение заданного расхода в заданном створе в заданном интервале времени

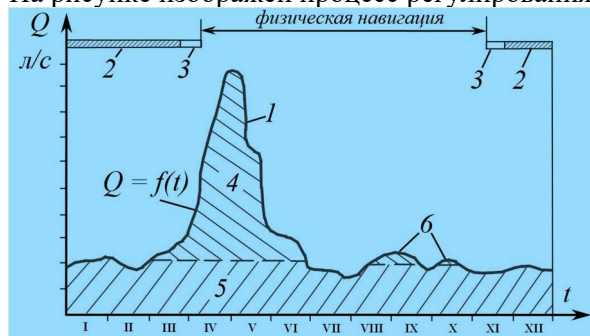
Задание №4		
Свойства сомкнутых каскадов ГЭС: Подпор увеличивает потери мощности по напору для вышележащей ГЭС, .... их для нижележащей ГЭС		
Запишите ответ:		
1)	Ответ:	

Задание №5		
... потребление– работа по графику, не изменяющемуся при балансировании мощности ЭЭС в рассматриваемом интервале времени.		
Запишите ответ:		
1)	Ответ:	

Задание №6		
$\Delta \mathcal{E}_{\text{ГЭС}}^{\text{с.р}} = \mathcal{E}_{\text{ГЭС}}^{\text{под}} - \Delta \mathcal{E}_{\text{нб}} - \Delta \mathcal{E}_{\text{вб}} - \Delta \mathcal{E}_{\text{реж}}^Q - \Delta \mathcal{E}_{\text{реж}}^H$		
Выберите один из 3 вариантов ответа:		
1)		Потери энергии ГЭС с водохранилищем без регулирования стока реки
2)		Потери энергии ГЭС с водохранилищем суточного регулирования стока реки
3)		Потери энергии ГЭС с водохранилищем годового регулирования стока реки

Задание №7		
------------	--	--

На рисунке изображен процесс регулирования..



Запишите ответ:

1)	Ответ:	
----	--------	--

#### Задание №8

К основным функциям ФАВР относятся:

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	Эксплуатация водохранилищ и водохозяйственных систем комплексного назначения, защитных и других гидротехнических сооружений, находящихся в ведении Агентства, обеспечение их безопасности
2)	Устанавливает режимы пропуска паводков, специальных попусков, наполнения и сработки(выпуска воды) водохранилищ
3)	Обеспечение в пределах своей компетенции мероприятий по увеличению эффективности выработки электроэнергии
4)	Осуществление государственного мониторинга выработки электроэнергии гидроэлектростанциями
5)	Обеспечение в пределах своей компетенции мероприятий по рациональному использованию, восстановлению и охране водных объектов, предупреждению и ликвидации вредного воздействия вод

#### Задание №9

График притока воды зависит от:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	Степени зарегулированности стока
2)	Способа питания реки
3)	Способа изменения напора на ГЭС
4)	Вида водосбора (бассейна реки)

#### Задание №10

...- зависимость потенциальной энергии створа емкости водохранилища.

Запишите ответ:

1)	Ответ:	
----	--------	--

#### Задание №11

Увеличивает объем водохранилища, но не может быть использован ГЭС во время притока воды.

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	Стационарный объем водохранилища
----	----------------------------------

2)	Основной объём водохранилища
3)	Динамический объём водохранилища
4)	Приточный объём водохранилища

#### Задание №12

.... - может рассматриваться как энергетическая емкость водохранилища

Запишите ответ:

1)	Ответ:	
----	--------	--

#### Задание №13

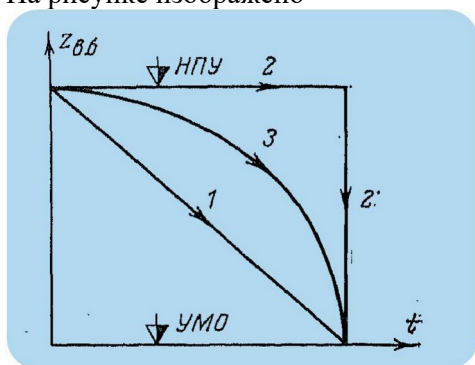
К показателям эффективности режима работы ГЭС относятся:

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	Выработка ГЭС за период регулирования мощности ЭЭС
2)	Коэффициент использования расхода
3)	Коэффициент использования напора
4)	Коэффициент использования стока реки
5)	Выполнение баланса мощности ЭЭС

#### Задание №14

На рисунке изображено



Выберите один из 3 вариантов ответа:

1)	Расчетные кривые наполнения водохранилища
2)	Расчетные кривые сработки водохранилища
3)	Теоретические кривые сработки водохранилища

#### Задание №15

специальный вид регулирования стока реки: ... — аккумуляция паводочного или паводочного стоков реки

Запишите ответ:

1)	Ответ:	
----	--------	--

**По результатам тестирования выставляется:**

- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 6 баллов, если правильно выполнено 70-89% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено 50-69% заданий.

#### Итоговый тест

Тест состоит из 25 вопросов. Время выполнения 20 минут.

Пример варианта теста:

Задание №1		
... - п о т е н ц и а л — часть технического потенциала, использование которой экономически целесообразно в настоящее время с учетом требований топливно-энергетического баланса региона, комплексного использования водных ресурсов и охраны окружающей среды.		
Запишите ответ:		
1)	Ответ:	

Задание №2	
На рисунке представлена формула определения...	
Выберите один из 3 вариантов ответа:	
1)	Средняя мощность водотока, Вт
2)	Потенциальная энергия, теряемая на участке, L12
3)	Энергетическая емкость заданного участка водотока L12

Задание №3	
К гидроагрегату относятся:	
Выберите несколько из 5 вариантов ответа:	
1)	водовод
2)	МНУ
3)	турбина
4)	затворы
5)	генератор

Задание №4			
Соотнесите специальные виды регулирования стока:			
Укажите соответствие для всех 3 вариантов ответа:			
1)	Компенсированное водохозяйственное регулирование	1)	повышение гарантированной мощности ГЭС за счет асинхронности стока водотоков, на которых сооружены ГЭС
2)	Защита от наводнений	2)	аккумуляция половодного или паводочного стоков реки
3)	Компенсирующее электрическое регулирование	3)	обеспечение заданного расхода в заданном створе в заданном интервале времени

Задание №5	
Виды регулирования речного стока	
Выберите несколько из 5 вариантов ответа:	
1)	Режимное
2)	Суточное
3)	Недельное
4)	Без регулирования (по водотоку)
5)	Месячное

Задание №6	
Каким способом на ГЭС регулируется активная мощность	

Выберите один из 3 вариантов ответа:	
1)	Воздействием на направляющий аппарат турбины
2)	Воздействием на систему возбуждения генератора
3)	Воздействием на рабочее колесо турбины

Задание №7	
К гидроагрегатному блоку относятся:	
Выберите несколько из 5 вариантов ответа:	
1)	генератор
2)	направляющий аппарат
3)	маслонапорная установка
4)	водозабор
5)	водовод

Задание №8	
Для чего нужен расчетный напор турбины	
Выберите один из 3 вариантов ответа:	
1)	Для определения границ кавитационного режима турбины
2)	Для определения установленной мощности ГЭС
3)	Для расчета прочности рабочего колеса

Задание №9	
На рисунке представлено:	
Выберите один из 3 вариантов ответа:	
1)	Среднемесячное регулирование стока реки
2)	Годовое регулирование стока реки
3)	Многолетнее регулирование стока реки

Задание №10	
.... объем водохранилища - призма между кривой сопряжения горизонтального УВБ и и наклонной линией свободной поверхности реки.	
Запишите ответ:	
1)	Ответ:

Задание №11	
Расход холостого сброса воды - это...	
Выберите один из 3 вариантов ответа:	
1)	Разница между расходом воды в нижнийбьеф и максимальным расходом воды через агрегаты ГЭС
2)	Разница между притоком воды к створу ГЭС и пропускной способностью всех работающих гидроагрегатов
3)	Разница между расходом воды из водохранилища и максимальным расходом воды через агрегаты ГЭС

Задание №12	
-------------	--



На водноэнергетическом кадастре водотока $Q=Q(L)$ обозначен.....	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	зависимость изменения потенциальной мощности водотока по его длине
2)	зависимость изменения удельной потенциальной мощности водотока по его длине
3)	зависимость изменения расхода воды по длине водотока
4)	продольный профиль водотока

Задание №13	
Какой элемент сооружения создает напор ГЭС	
Выберите один из 3 вариантов ответа:	
1)	Плотина
2)	Дамба
3)	Отсыпка

Задание №14	
... напор – алгебраическая сумма подведенного напора и всех потерь напора, характерных для данного типа гидроузла	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	Основной
2)	Полезный
3)	Полный
4)	Общий

Задание №15	
К основным функциям ФАВР относятся:	
Выберите несколько из 5 вариантов ответа:	
1)	Обеспечение в пределах своей компетенции мероприятий по рациональному использованию, восстановлению и охране водных объектов, предупреждению и ликвидации вредного воздействия вод
2)	Устанавливает режимы пропуска паводков, специальных попусков, наполнения и сработки(выпуска воды) водохранилищ
3)	Осуществление государственного мониторинга выработки электроэнергии гидроэлектростанциями
4)	Эксплуатация водохранилищ и водохозяйственных систем комплексного назначения, защитных и других гидротехнических сооружений, находящихся в ведении Агентства, обеспечение их безопасности
5)	Обеспечение в пределах своей компетенции мероприятий по увеличению эффективности выработки электроэнергии

Задание №16	
На рисунке представлена... характеристика гидроагрегата	
Запишите ответ:	
1)	<div> <div>Ответ:</div> <div></div> </div>

Задание №17	
Что такое регулирование речного стока	
Выберите один из 3 вариантов ответа:	

1)	Согласование притока и потребления воды
2)	Аккумуляция воды в водохранилищах
3)	Управление объемом осадков

#### Задание №18

Какие типы ГЭС вам известны

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	Плотинные
2)	Береговые
3)	Наземные
4)	Русловые
5)	Деривационные

#### Задание №19

Какие параметры включает гидроэнергетический кадастр реки

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

1)	потенциальная мощность в створе
2)	уклон реки
3)	площадь водосбора
4)	расход
5)	площадь зеркала водохранилища

#### Задание №20

На рисунке изображен процесс регулирования..

Запишите ответ:

1)	Ответ:	
----	--------	--

#### Задание №21

График притока воды НЕ зависит от:

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	Способа питания реки
2)	Способа изменения напора на ГЭС
3)	Степени зарегулированности стока
4)	Вида водосбора (бассейна реки)

#### Задание №22

специальный вид регулирования стока реки: ... – аккумуляция половодного или паводочного стоков реки

Запишите ответ:

1)	Ответ:	
----	--------	--

#### Задание №23

Энергетическая характеристика водохранилища...

Выберите один из 3 вариантов ответа:

1)	Характеризует объём водохранилища
2)	Характеризует энергию нижнего бьефа
3)	Характеризует управление водохранилищем оптимальным по заданному критерию способом

#### Задание №24

Соотнесите специальные виды регулирования стока:

Укажите соответствие для всех 3 вариантов ответа:

1)	Компенсирующее электрическое регулирование	1)	повышение гарантированной мощности ГЭС за счет асинхронности стока водотоков, на которых сооружены ГЭС
2)	Контррегулирование	2)	накопление нижним водохранилищем сброса вышележащей ГЭС в период наибольшего сброса
3)	Компенсированное водохозяйственное регулирование	3)	обеспечение заданного расхода в заданном створе в заданном интервале времени

#### Задание №25

Выберите один из 3 вариантов ответа:

1)		Потери энергии ГЭС с водохранилищем годового регулирования стока реки
2)		Потери энергии ГЭС с водохранилищем без регулирования стока реки
3)		Потери энергии ГЭС с водохранилищем суточного регулирования стока реки

**По результатам тестирования выставляется:**

- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 6 баллов, если правильно выполнено 70-89% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено 50-69% заданий.

**Отчет по Лабораторной работе 1 «Расчет водно-энергетического кадастра и схемы каскадного использования водотока»**

Исходные данные:

Площадь водосбора по участкам реки км<sup>2</sup>

Длина участков реки между расчетными створами, км

Уклон участка реки, ое

Модуль стока по площади водосбора

Состав задания:

Определить:

- расход воды на участках реки
- напор в замыкающем участке створе
- мощность в створе
- удельную мощность по участкам
- суммарную мощность реки
- зависимость суммарной мощности от способа разбиения на ступени каскада.

**За отчет по лабораторной работе выставляется:**

- 8 баллов, если работа выполнена верно, при отчёте студент даёт чёткий уверенный ответ;
- 6-7 баллов, если при выполнении работы допущены незначительные ошибки, или при защите работы студент не может дать верный развёрнутый ответ;
- 5 баллов, если только часть работы выполнена верно, или при защите работы студент затрудняется ответить на часть вопросов.

### **Отчет по Лабораторной работе 2 «Расчет напорных и энергетических характеристик створа и русловой ГЭУ»**

#### Исходные данные:

Составляющие баланса напора в водохранилище ГЭС

Кривая связи уровня и объема водохранилища

Кривая связи расхода воды и уровня в нижнем бьефе

График притока воды к створу ГЭС

Потери напора в водопроводящих сооружениях (по участкам)

#### Состав задания:

Определить все составляющие баланса напора, различие напора в створе и русловой ГЭС

С учетом графика притока воды определить энергетические характеристики заданных створов и ГЭС, сооруженных в этих створах

#### **За отчет по лабораторной работе выставляется:**

- 8 баллов, если работа выполнена верно, при отчёте студент даёт чёткий уверенный ответ;
- 6-7 баллов, если при выполнении работы допущены незначительные ошибки, или при защите работы студент не может дать верный развёрнутый ответ;
- 5 баллов, если только часть работы выполнена верно, или при защите работы студент затрудняется ответить на часть вопросов.

### **Отчет по Лабораторной работе 3 «Расчет основных энергетических характеристик гидроагрегата и ГЭУ»**

#### Исходные данные:

График притока воды

Напор расчетный, максимальный и минимальный

Типы агрегатов ГЭС

Универсальная характеристика гидроагрегата

Кривая связи уровня и объема водохранилища

Кривая связи расхода воды и уровня в нижнем бьефе

Потери напора в водопроводящем тракте гидроагрегата

#### Состав задания:

Определить мощность гидроагрегата и построить его энергетические характеристики

Оценить влияние потерь напора в различных элементах водопроводящего тракта

#### **За отчет по лабораторной работе выставляется:**

- 8 баллов, если работа выполнена верно, при отчёте студент даёт чёткий уверенный ответ;
- 6-7 баллов, если при выполнении работы допущены незначительные ошибки, или при защите работы студент не может дать верный развёрнутый ответ;

- 5 баллов, если только часть работы выполнена верно, или при защите работы студент затрудняется ответить на часть вопросов.

#### **Отчет по Лабораторной работе 4 «Расчет основных энергетических характеристик ГАЭУ»**

##### Исходные данные:

Напор расчетный, максимальный и минимальный

Типы агрегатов

Универсальная характеристика гидроагрегата

Кривая связи уровня и объема бассейнов верхнего и нижнего)

Составляющие потерь напора по элементам водопроводящего тракта

##### Состав задания:

Определить мощность обратимого агрегата и построить его энергетические характеристики

Оценить влияние потерь напора в различных элементах водопроводящего тракта

##### **За отчет по лабораторной работе выставляется:**

- 8 баллов, если работа выполнена верно, при отчёте студент даёт чёткий уверенный ответ;
- 6-7 баллов, если при выполнении работы допущены незначительные ошибки, или при защите работы студент не может дать верный развёрнутый ответ;
- 5 баллов, если только часть работы выполнена верно, или при защите работы студент затрудняется ответить на часть вопросов.

#### **Промежуточная аттестация**

##### **Экзамен**

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса.

Примеры теоретических вопросов билета:

1. Предмет и задачи курса.
2. Категории гидроэнергетического потенциала и их особенности.
3. Характеристики современного топливно-энергетического комплекса России и его особенности.
4. Гидроэнергетика России: проблемы и перспективы развития.
5. Гидроэнергия, ее физическая сущность и особенности.
6. Источники гидроэнергоресурсов.
7. Методы расчета гидроэнергетических ресурсов поверхностного стока и водотоков, кадастр водотоков.
8. Методы расчета потенциала приливов-отливов, волн морей и океанов.
9. Малая гидроэнергетика и ее особенности.
10. Основные типы ГЭУ, схемы концентрации напора и использования гидроэнергии.
11. Понятие о ГЭУ как о сложной системе.
12. Обобщенная модель технологического процесса преобразования энергии в ГЭУ и ее системный анализ.
13. Баланс расхода ГЭУ и анализ его составляющих.
14. Основные понятия баланса напора разных типов ГЭУ.
15. Балансы мощности и энергии ГЭУ.
16. Энергетические характеристики основных этапов преобразования энергии в ГЭУ.
17. Напорная характеристика русловой ГЭС и методы ее расчета.

18. Основные влияющие факторы для установившегося и неустойчивого режимов работы ГЭС.
19. Особенности напорных характеристик приплотинных и деривационных ГЭС.
20. Подведенная мощность к агрегатам ГЭС и методы ее расчета с использованием характеристик потерь напора и мощности.
21. Напорная характеристика насосной станции (НС) и ГАЭС в насосном режиме.
22. Особенности напорных характеристик ГАЭС, ПЭС, ГЭС – ГАЭС, каскадов ГЭС.
23. Понятие гидроагрегата и агрегатного блока ГЭС.
24. Абсолютные, относительные и дифференциальные показатели режима гидроагрегата.
25. Виды и назначение энергетических характеристик гидроагрегата.
26. Баланс мощности в гидроагрегате и в агрегатном блоке.
27. Основные энергетические характеристики гидротурбин, методы их получения, погрешности.
28. Особые режимные точки и их использование в анализе энергетических характеристик гидротурбин.
29. Характеристики потерь мощности (расхода) как основа исследования энергетического баланса гидротурбины.
30. Назначение и методы расчета дифференциальных характеристик гидротурбин.
31. Основные энергетические характеристики гидрогенераторов и их особенности.
32. Методы расчета энергетических характеристик гидроагрегата и агрегатного блока и их особенности.
33. Понятие энергетической характеристики ГЭС.
34. Математическая постановка задачи оптимизации режима основного оборудования ГЭС при заданной отдаче по расходу (мощности) при постоянном напоре агрегатов.
35. Критерии оптимальности, уравнения связи, ограничения типа неравенства задачи оптимизации режима основного оборудования ГЭС при заданной отдаче по расходу (мощности) при постоянном напоре агрегатов
36. Использование методов математического программирования в решении общей задачи для ГЭС с оборудованием, имеющим разные энергетические характеристики.
37. Особенности решения задачи для невыпуклых энергетических характеристик потерь мощности в агрегатах ГЭС.
38. Энергетические характеристики ГЭС с одинаковыми агрегатами и их графическое представление.
39. Особенности энергетических характеристик ГЭС с агрегатами, имеющими невыпуклые характеристики потерь мощности.
40. Режимные потери на ГЭС. Влияние переменного напора и ограничивающих условий на энергетические характеристики разных ГЭС по способу создания напора.
41. Учет требований охраны среды в характеристиках ГЭС.
42. Основные режимные параметры и показатели насосных агрегатов.
43. Баланс мощности насосного агрегата.
44. Энергетические характеристики насосных агрегатов, методы их получения и особенности.
45. Характеристики потерь расхода и мощности, как основа расчета баланса мощности насосного агрегата.
46. Постановка задачи оптимизации внутростанционного режима НС и ГАЭС для насосного и турбинного цикла ее работы.
47. Энергетические характеристики НС, ГАЭС, ПЭС, ГЭС – ГАЭС и их особенности. Учет требований охраны среды в режимах ГЭС.

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 при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки;
- 0 баллов, если 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:

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