

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

**Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Основы проектирования ГЭС**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Игнатъев Е.В.
	Идентификатор	R855ceda3-IgnatyevYV-8da19ef3

(подпись)

Е.В.

Игнатъев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пугачев Р.В.
	Идентификатор	Rf46e5256-PugachevRV-eb46307e

(подпись)

Р.В. Пугачев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен участвовать в проведении научно-исследовательских работ в области использования возобновляемых источников энергии

ИД-1 Выполняет сбор и анализ данных для проведения научно-исследовательских работ

ИД-2 Обосновывает выбор целесообразного решения

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Выполнение задания

1. 1 часть расчетного задания "Разработка баланса мощности энергосистемы с гидроэлектростанциями" (Расчетно-графическая работа)

2. 1 часть расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока" (Расчетно-графическая работа)

3. 2 часть расчетного задания "Разработка баланса мощности энергосистемы с гидроэлектростанциями" (Расчетно-графическая работа)

4. 2 часть расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока" (Расчетно-графическая работа)

5. 3 часть расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока" (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	10	12	15
Этапы и стадии проектирования						
Этапы и стадии проектирования	+					
Балансы мощности и энергии энергосистем. Обоснование расчетных условий для проектирования ГЭС						
Балансы мощности и энергии энергосистем		+				
Обоснование расчетных условий для проектирования ГЭС		+				
Водохозяйственные расчеты водохранилищ ГЭС, Водноэнергетические расчеты ГЭС, Многолетнее						

регулирование стока водохранилищами ГЭС.					
Водохозяйственные расчеты водохранилищ ГЭС			+		
Водноэнергетические расчеты ГЭС			+		
Многолетнее регулирование стока водохранилищами ГЭС			+		
Резервы мощности в энергосистеме: нагрузочный, аварийный и ремонтный резервы					
Резервы мощности в энергосистеме				+	
Обобщенные методы расчета параметров водохранилищ				+	
Правила использования водных ресурсов водохранилищ ГЭС					
ПИВР водохранилищ ГЭС					+
Вес КМ:	15	15	20	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Выполняет сбор и анализ данных для проведения научно-исследовательских работ	Знать: Правила использования водных ресурсов водохранилищ ГЭС, учитываемые при планировании и ведении режима работы ГЭС в энергосистеме. Общие вопросы, касающиеся планирования и ведения режима работы ГЭС в энергосистеме. Уметь: Планировать и вести режим работы ГЭС в энергосистеме с учетом различных факторов.	2 часть расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока" (Расчетно-графическая работа) 1 часть расчетного задания "Разработка баланса мощности энергосистемы с гидроэлектростанциями" (Расчетно-графическая работа) 2 часть расчетного задания "Разработка баланса мощности энергосистемы с гидроэлектростанциями" (Расчетно-графическая работа)
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Обосновывает выбор целесообразного решения	Знать: Порядок и критерии выбора основных показателей ГЭС, учитываемых при проектировании ГЭС, эксплуатируемых в рамках электроэнергетических и	1 часть расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока" (Расчетно-графическая работа) 3 часть расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока" (Расчетно-графическая работа)

		<p>водохозяйственных систем. Уметь: Выбирать в процессе проектирования основные показатели ГЭС, эксплуатируемых в рамках электроэнергетических и водохозяйственных систем.</p>	
--	--	--	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. 1 часть расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока"

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение 1 части расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока" по расчету ГЭС с водохранилищем многолетнего регулирования речного стока графическим методом.

#### Краткое содержание задания:

Построить интегральную кривую стока по заданному гидрографу.

Определить полезную емкость водохранилища.

Определить отметку НПУ водохранилища.

Определить установленную мощность ГЭС.

Определить расчетный напор ГЭС.

Определить среднегодовую выработку ГЭС.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: Порядок и критерии выбора основных показателей ГЭС, учитываемых при проектировании ГЭС, эксплуатируемых в рамках электроэнергетических и водохозяйственных систем.	1. Как строится интегральная кривая стока в прямоугольной системе координат? Как строится интегральная кривая стока в косоугольной системе координат? Как определяется полезный объем водохранилища по интегральной кривой стока? Как определяется отметка НПУ относительно значения полезного объема водохранилища и мертвого объема? Как определяется установленная мощность ГЭС? Как определяется расчетный напор ГЭС?
---	--

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 выставляется если задание выполнено в отведенный срок, а результат соответствует заданию.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 выставляется если построена интегральная кривая стока, определен полезный объем водохранилища, найдена установленная мощность ГЭС.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 выставляется если построена интегральная кривая стока и определен полезный объем водохранилища.*

## КМ-2. 2 часть расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока"

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение 2 части расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока" по расчету ГЭС с водохранилищем многолетнего регулирования речного стока табличным методом.

### Краткое содержание задания:

*А) ГЭС работает в графике нагрузки с постоянной мощностью в течение расчетного периода.*

Необходимо подобрать значение  $N_{г\text{р}г\text{эс}}$  при условии использования всего полезного объема водохранилища, т.е. сработать до минимального уровня и наполнить до НПУ. Принимаем, что  $Z_{в\text{б}н\text{ач}} = \text{НПУ}$  из графического метода, погрешность по отметкам верхнего бьефа  $\Delta Z_{в\text{б}} = 10$  см, погрешность по мощности  $\Delta N = 10$  МВт.

*Б) ГЭС работает в графике нагрузки с переменной мощностью в течение расчетного периода.*

Необходимо подобрать значение  $N_{г\text{р}г\text{эс}}$  при условии использования всего полезного объема водохранилища, т.е. сработать до минимального уровня и наполнить до НПУ. Принимаем, что  $Z_{в\text{б}н\text{ач}} = \text{НПУ}$  из графического метода, погрешность по отметкам верхнего бьефа  $\Delta Z_{в\text{б}} = 10$  см, погрешность по мощности  $\Delta N = 10$  МВт.

Далее определить установленную мощность ГЭС.

Определить расчетный напор ГЭС.

Определить среднегодовую выработку ГЭС.

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: Общие вопросы, касающиеся планирования и ведения режима работы ГЭС в энергосистеме.</p>	<p>1. Какие существуют характерные отметки водохранилища? Каковы основные характеристики речного стока? Какие существуют типы регулирования речного стока? Что такое расчетный напор? Что такое установленная мощность ГЭС? 2. Как строится интегральная кривая нагрузки? Как строятся максимальные и среднемесячные графики нагрузки? Как определяется отметка УМО в процессе водно-энергетического расчета? Как строится диспетчерский график водохранилища ГЭС? Как определяется рабочая мощность ГЭС по ИКН?</p>
---	--

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 выставляется если задание выполнено в отведенный срок, а результат соответствует заданию.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*



*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 4 выставляется если проведен водно-энергетический расчет табличным методом, построен диспетчерский график, построены графики нагрузки и определена установленная мощность хотя бы для одного варианта (А или Б).

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 3 выставляется если проведен водно-энергетический расчет табличным методом и построен диспетчерский график хотя бы для одного варианта (А или Б).

### **КМ-3. 3 часть расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока"**

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение 3 части расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока" по расчету ГЭС с водохранилищем многолетнего регулирования речного стока обобщенным методом.

#### **Краткое содержание задания:**

Определить коэффициент вариации, определить многолетнюю составляющую относительного объема водохранилища.

Определить полный относительный объем водохранилища.

Определить полезный объем водохранилища.

Определить отметку НПУ водохранилища.

Определить установленную мощность ГЭС.

Определить расчетный напор ГЭС.

Определить среднегодовую выработку ГЭС.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: Выбирать в процессе проектирования основные показатели ГЭС, эксплуатируемых в рамках электроэнергетических и водохозяйственных систем.</p>	<p>1. Как определяется коэффициент вариации? Как определяется относительный объем водохранилища? Как определяется полезный объем водохранилища? Как определяется установленная мощность ГЭС? Как определяется расчетный напор ГЭС? Как определяется среднемноголетняя выработка ГЭС?</p> <p>2. Что такое относительный объем водохранилища? Что такое коэффициент зарегулированной отдачи водохранилища? Что такое коэффициент вариации? Что такое норма стока? Что такое межлетний коэффициент?</p>
--	--

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 100

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 5 выставляется если задание выполнено в отведенный срок, а результат соответствует заданию.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 выставляется если определен полезный объем водохранилища, отметка НПУ, установленная мощность ГЭС.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 выставляется если определен полезный объем водохранилища и отметка НПУ.

#### **КМ-4. 1 часть расчетного задания "Разработка баланса мощности энергосистемы с гидроэлектростанциями"**

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение 1 части расчетного задания "Разработка баланса мощности энергосистемы с гидроэлектростанциями" по расчету баланса мощности энергосистемы с ГЭС и ТЭС.

#### **Краткое содержание задания:**

Построить годовые и суточные графики нагрузки энергосистемы, определить зону работы существующих ГЭС в графике нагрузки энергосистемы, провести водно-энергетический расчет ГЭС без регулирования с учетом требований ВХК и построение баланса мощности.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Планировать и вести режим работы ГЭС в энергосистеме с учетом различных факторов.	1. Как строится интегральная кривая нагрузки? Как определяется рабочая зона существующих ГЭС в графике нагрузки энергосистемы? Как строится баланс мощности энергосистемы? Как определяется зона работы ГЭС по водохозяйственному расходу? 2. Что такое интегральная кривая нагрузки? Что такое график максимальных нагрузок? Что такое график среднемесячных нагрузок? Что такое рабочая мощность? Что такое гарантированная мощность? Что такое режим работы ГЭС по водотоку?
--	--

#### **Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 выставляется если задание выполнено в отведенный срок, а результат соответствует заданию.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 выставляется если построены годовые и суточные графики нагрузок и определена зона работы существующих ГЭС.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 3 выставляется если построены годовые и суточные графики нагрузок.

### **КМ-5. 2 часть расчетного задания "Разработка баланса мощности энергосистемы с гидроэлектростанциями"**

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение 2 части расчетного задания "Разработка баланса мощности энергосистемы с гидроэлектростанциями" по расчету баланса мощности энергосистемы с ГЭС и ТЭС.

#### **Краткое содержание задания:**

Для заданного гидрографа притока расчетной обеспеченности и отметки НПУ провести водноэнергетические расчеты сработки и наполнения водохранилища ГЭС по критерию максимума вытеснения тепловых мощностей в системе.

Для полученной мощности ГЭС и заданной структуры генерирующих мощностей энергосистемы составить баланс мощности.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: Правила использования водных ресурсов водохранилищ ГЭС, учитываемые при планировании и ведении режима работы ГЭС в энергосистеме.</p>	<p>1.Что такое цикл регулирования ГЭС? Что такое баланс мощности энергосистемы? Что такое нагрузочный резерв энергосистемы? Что такое аварийный резерв энергосистемы? Что такое ремонтный резерв энергосистемы? 2.Как проводится водно-энергетический расчет ГЭС годового регулирования? Как строится баланс мощности энергосистемы? Как определяется нагрузочный резерв энергосистемы? Как определяется аварийный резерв энергосистемы? Как определяются ремонтные площади различных электростанций в энергосистеме?</p>
---	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 5 выставляется если задание выполнено в отведенный срок, а результат соответствует заданию.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 4 выставляется если выполнен водно-энергетический расчет и построен баланс мощности энергосистемы.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 3 выставляется если выполнен водно-энергетический расчет.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Графический метод расчета многолетнего регулирования стока с использованием ИКС.
2. Выбор расчетной величины обеспеченности  $R_a$  энергоотдачи ГЭС.
3. Практическое задание.

### Процедура проведения

Студент тянет билет, готовится 40 минут к ответу, отвечает на вопросы по билету и дополнительные вопросы, после чего выставляется оценка.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Выполняет сбор и анализ данных для проведения научно-исследовательских работ

### Вопросы, задания

- 1.22. Комплексное использование водных ресурсов. Водопотребление и водопользование.
23. Водоснабжение. Нормы хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения.
24. Системы водоподачи. Прямоточная система подачи воды. Ее преимущества и недостатки.
25. Обратная система подачи воды. Ее преимущества и недостатки.
26. Система последовательной подачи воды потребителям. Область ее применения.
27. Водный транспорт. Требования водного транспорта к режиму речного стока. Способы удовлетворения этих требований.
28. Сельское хозяйство. Требования сельского хозяйства к режиму речного стока. Режимы орошения, нормы полива, виды орошения.
29. Требования рыбного хозяйства к режиму речного стока. Требования рыбного хозяйства к режиму уровней водохранилищ.
30. Требования гидроэнергетики к режиму водохранилищ.
31. Основные документы, регламентирующие функционирование водохранилищ и гидроузлов.
32. Диспетчерские правила управления режимом работы водохранилищ ГЭС. Режимные зоны поля диспетчерского графика.
33. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов. Содержание, вопросы охраны окружающей среды.
34. Этапы проектирования ГЭС.

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.22. Комплексное использование водных ресурсов. Водопотребление и водопользование.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Использование водных ресурсов водохранилищ: Водопотребители – потребители воды, изымающие ее из водотока, водоема или подземного бассейна. Изъятие может быть безвозвратным, с частичным возвратом или с полным возвратом. Водопользователи – потребители воды, не изымающие ее из водотока. (судоходство, рыбное хозяйство, гидроэнергетика и рекреация)

#### 2.23. Водоснабжение. Нормы хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Водоснабжение: Цель: снабжение водой населенных пунктов, промышленных предприятий, сельского хозяйства. Требования сводятся к поддержанию определенного уровня воды в водоеме у водозабора. Вода расходуется: 1. Хозяйственно-питьевое водоснабжение (жилые дома, коммунальные предприятия) 2. Производственное потребление (промышленные предприятия, транспорт, сельское хозяйство) Требования к качеству воды: Положительные органолептические свойства (отсутствие цвета и запаха); Положительные характеристики бактериальной среды (допустимая концентрация бактерий, отсутствие опасных бактерий); Положительные химические характеристики (допустимая концентрация растворимых и нерастворимых химических загрязнителей). \* Верхний предел – южные регионы Нижний предел – северные регионы  $Q_{\text{сут.}} = \frac{Q_{\text{сут.}}}{Q_{\text{сут.}}}$ ;  $Q_{\text{час.}} = \frac{Q_{\text{час.}}}{Q_{\text{час.}}}$ .

Производственное потребление воды на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях используется для: Выпуска продукции (сырье или компонент); Охладитель в производственном процессе; Очиститель в производственном процессе.

#### 3.24. Системы водоподачи. Прямоточная система подачи воды. Ее преимущества и недостатки.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Типы систем водоснабжения: Прямоточная; Обратная; С последовательным использованием воды.

#### 4.25. Обратная система подачи воды. Ее преимущества и недостатки.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Используются при ограниченных водных ресурсах; Сокращается изъятие воды из водотока (важно при наличии требований к качеству воды в технологическом процессе); Сокращается сброс отработанных вод в водоток (снижается загрязненность водотока).

#### 5.26. Система последовательной подачи воды потребителям. Область ее применения.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Используется в технологически связанных производствах. Насосная станция, головная система водоочистки и очистные сооружения – одни на систему (возможны также дополнительные насосные и очистные установки в зависимости от особенностей технологического процесса).

#### 6.27. Водный транспорт. Требования водного транспорта к режиму речного стока.

Способы удовлетворения этих требований.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Водный транспорт. Требования водного транспорта к режиму речного стока: На период навигации требуется поддерживать габариты, необходимые для плавания судов: глубина ( $h_{\text{русл.}}$ ), ширина русла ( $B_{\text{русл.}}$ ), радиус скругления русла ( $R_{\text{русл.}}$ ). Мероприятия для удовлетворения требований водного

транспорта: 1. Создание подпора – строительство ГУ (обеспечение прохода судов путем шлюзования, обеспечение места для отстоя судов в НБ и ВБ); 2. Спрявление русла – строительство каналов спрямляющих излучины реки (требуется создание ГУ с учетом перепада отметок реки и обеспечение прохода судов путем шлюзования) 3. Увеличение межженных расходов путем регулирования стока в выше расположенных водохранилищах; 4. Устройство обстановки: обеспечение безопасности движения по реке, расстановка знаков и сигнализации; 5. Очистка и углубление русла: Очистка фарватера и всего русла от отдельных предметов; Дноуглубление и землечерпание: углубление судового русла путем удаления грунта. 6. Сроки навигации: начало – освобождение реки ото льда (апрель); конец – установление ледового покрова (ноябрь); 7. Суточный режим работы ГЭС в зимний период.

7.28. Сельское хозяйство. Требования сельского хозяйства к режиму речного стока. Режимы орошения, нормы полива, виды орошения.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Сельское хозяйство. Требования сельского хозяйства к режиму речного стока: Вода в сельском хозяйстве расходуется на: Орошение; Обводнение; Водоснабжение. Орошение: (зоны неустойчивого и недостаточного увлажнения) Увлажнительное – обеспечение водой растений Регулярное (правильное); Однократно-действующее (паводковое или лиманное). Удобрительное – внесение в почву питательных веществ Речными водами; Специально подготовленными водами. Промывочное – борьба с осолонением почвы (проводится осенью) Полив бывает: Поверхностный (дождевальные установки); Подпочвенный (к каждой корневой системе подводятся капиллярные трубки с водой); Требования к водоснабжению: Качество воды, используемой для орошения: Содержание твердых частиц по величине не должно превышать 0,15 см; Концентрация растворенных солей в воде не должно превышать 1-1,5 г/л. Если концентрация находится в пределах 1,5-5 г/л – вода может быть использована с ограничениями. Если концентрация более 5 г/л – вода не пригодна для орошения. Обводнение – на территории создаются пруды, вода из которых используется для сельского и рыбного хозяйства.

8.29. Требования рыбного хозяйства к режиму речного стока. Требования рыбного хозяйства к режиму уровней водохранилищ.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Требования рыбного хозяйства к режиму речного стока. Требования рыбного хозяйства к режиму уровней водохранилищ: Обеспечение режима обводнения пойменных нерестилищ, нерестилищ в дельтах и низовьях рек: Обеспечение возможности прохода рыб к местам нереста в период массового нерестового хода; Обеспечение затопления необходимых площадей пойменных нерестилищ в требуемые сроки с учетом необходимого температурного режима; Обеспечение продолжительности затопления пойменных нерестилищ, необходимой для достижения молодью рыб жизнестойких стадий; Обеспечение ската молоди рыб с пойменных нерестилищ в реку и условий среды обитания молоди и взрослых рыб и других гидробионтов.

9.30. Требования гидроэнергетики к режиму водохранилищ.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Требования гидроэнергетики к режиму речного стока: Получение максимальной выработки электроэнергии (достижение максимальной экономии топлива на тепловых электростанциях энергосистемы); Получение максимума располагаемой и рабочей мощности в период прохождения максимальной нагрузки

энергосистемы; Требование к суточному режиму ГЭС: должен обеспечиваться максимальный диапазон изменения мощности в течение суток.

10.31. Основные документы, регламентирующие функционирование водохранилищ и гидроузлов.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Документы, регламентирующие функционирование вдхр. и ГУ:

Правила использования водных ресурсов (ПИВР) водохранилища; Правила технической эксплуатации и благоустройства (ПТЭиБ) водохранилища; Инструкция по эксплуатации ГТС и гидравлического оборудования.

11.32. Диспетчерские правила управления режимом работы водохранилищ ГЭС.

Режимные зоны поля диспетчерского графика.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: В соответствии с п. 7 ПИВР поле диспетчерского графика разбито на семь режимных зон: I – зона неиспользуемого объема вдхр. Водопропускные сооружения закрыты, шлюзование и забор воды из ВБ не осуществляются; II – зона сниженной на 20% гарантированной отдачи. III – зона гарантированной отдачи. IV – зона повышенной энергоотдачи. Вся избыточная часть суммарной отдачи вдхр. помимо забора воды из ВБ и шлюзования пропускается через агрегаты ГЭС. V – зона начала открытия водосливной плотины. Вся избыточная часть суммарной отдачи вдхр. помимо забора воды из ВБ и шлюзования пропускается через агрегаты ГЭС (ГЭС загружена на полную мощность). VI – зона частичной срезки максимальных расходов половодья. Вся избыточная часть суммарной отдачи вдхр. помимо забора воды из ВБ и шлюзования пропускается через агрегаты ГЭС (ГЭС загружена на полную мощность). Предусматривается временная форсировка. VII – зона полной пропускной способности гидроузла. Сброс в НБ при полностью открытых отверстиях. Исп. для пропуска максимальных расходов весеннего половодья редкой повторяемости. Забор воды из ВБ не требуется, работа ГЭС не допускается.

12.33. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов. Содержание, вопросы охраны окружающей среды.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов – намечает наиболее рациональное использование водных ресурсов водотока с учетом интересов всех водопользователей. Комплексность использования водных ресурсов – каждый участник водохозяйственного комплекса (ВХК) должен быть обеспечен водой, как по количеству, так и по качеству. Участники водохозяйственного комплекса (ВХК): Хозяйственно-питьевое водоснабжение; Промышленность; Орошаемое земледелие; Водный транспорт; Рыбное хозяйство; Энергетика.

13.34. Этапы проектирования ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Этапы проектирования ГЭС: 1. Предпроектная проработка Задачи: концепция объекта, техническое задание на разработку проектной документации и проведение инженерных изысканий. Результаты: эскизный проект: технико-экономическое обоснование (ТЭО) или технико-экономический расчет (ТЭР) строительства ГЭС, предварительное размещение сооружений, коммуникации (дороги, временные ЛЭП для энергоснабжения на период строительства). 2. Инженерные изыскания Задачи: проведение геодезических, геологических, гидрометеорологических, экологических изысканий. Результаты: отчеты с

комплексной оценкой площадки строительства, необходимые для разработки проектной документации. 3. Проектная документация (ПД) Задачи: разработка описания технических решений и оценки возможности реализации проекта, разработка сведений об оборудовании, сметной документации, плана производства работ. Результаты: документ из 11 разделов (согласно ГОСТ), экспертиза проектной документации, получение разрешения на строительство. 4. Рабочая документация (РД) Задачи: разработка архитектурно-строительных решений, спецификаций материалов и оборудования, разработка технических требований. Результаты: чертежи с подробным размещением сооружений и оборудования, расчеты и характеристики ГТС, зданий, основного и вспомогательного оборудования, технические требования и заказные спецификации для закупки материалов и оборудования. 5. Исполнительная документация (ИД) Задачи: ИД необходима для передачи строящегося объекта эксплуатирующей организации, а также для выполнения строительно-монтажных и пуско-наладочных работ. Результаты: согласно исполнительной документации ведутся журналы работ и актируется техническая готовность для передачи смонтированного оборудования для пуско-наладочных работ. 6. Строительно-монтажные (СМР) и пуско-наладочные работы (ПНР) Задачи: выполнение работ согласно проектной, рабочей и исполнительной документации. Результаты: авторский и строительный надзор, контроль выполнения скрытых работ, заключение о соответствии объекта проектной документации, разрешение на ввод объекта в эксплуатацию, допуск в эксплуатацию энергоустановок.

## **2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Обосновывает выбор целесообразного решения

### **Вопросы, задания**

- 1.1. Графический метод расчета многолетнего регулирования стока с использованием ИКС.
2. Табличный метод расчета многолетнего регулирования стока.
3. Использование обобщенных характеристик в расчетах многолетнего регулирования стока.
4. Учет потерь воды из водохранилища в расчетах многолетнего регулирования стока.
5. Влияние CV, CS, r, Pa на полезную емкость водохранилищ многолетнего регулирования стока.
6. Понятия вытесняющей рабочей сезонной (дублирующей) и установленной мощности ГЭС.
7. Техничко-экономическое обоснование (ТЭО) ГЭС. Порядок разработки ТЭО.
8. Выбор оптимальных параметров ГЭС. Схема расчета параметров ГЭС.
9. Определение затрат на проектируемую ГЭС и замещающую ТЭС.
10. Экономическое обоснование отметки НПУ.
11. Особенности выбора оптимальной отметки УМО.
12. Обоснование установленной мощности ГЭС.
13. Особенности обоснования величины сезонной дублирующей мощности на ГЭС.
14. Обоснование мощности ГЭС в энергосистеме с плотными годовыми графиками нагрузки.
15. Учет динамики развития систем при обосновании величины установленной мощности ГЭС.
16. Выбор оптимальных параметров силового оборудования ГЭС.
17. Выбор оптимальной величины генераторной мощности ГЭС.
18. Выбор расчетной величины обеспеченности Pa энергоотдачи ГЭС.
19. Экономическое обоснование величины вытесняющей мощности ГЭС.
20. Учет изменения показателей по каскаду при обосновании параметров ГЭС.



## 21. Факторы, влияющие на эффект от совместной работы ГЭС в ОЭС.

### Материалы для проверки остаточных знаний

#### 1.1. Графический метод расчета многолетнего регулирования стока с использованием ИКС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Графический метод расчета МРРС с использованием интегральной кривой стока (ИКС): Преимущества: простота ведения расчетов; наглядность; возможность получения основных параметров регулирования: полезного объема, гарантированная водоотдача, глубина снижения водоотдачи за пределами расчетной обеспеченности. Недостатки: невысокая точность; трудоемкость; невозможность расчета работы ГЭС в каскаде. По заданному ряду значений расхода строится ИКС в косоугольной системе координат. На ИКС наносится значение зарегулированного расхода. Соотношение многолетней и сезонной составляющих объема вдхр. зависит от следующих факторов: изменчивость годового стока; наличие корреляции между стоком смежных лет; характер внутригодовой неравномерности стока; требование потребителей к величине зарегулированного расхода.

#### 2.2. Табличный метод расчета многолетнего регулирования стока.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Табличный метод расчета МРРС: Заключается в решении уравнения водного баланса в каждый расчетный интервал времени. Интервал времени зависит от: интенсивности изменения приточности к расчетному створу; необходимой точности расчета; требований участников ВХК к режиму речного стока. 1.

Расчетный интервал времени  $t$ ; 2. Расход на шлюзование:

$\Delta Q_{\text{шлюз.}} = (Q_{\text{навиг.}} \cdot h \cdot \eta) / n$  – число шлюзований за расчетный период;  $l$ ,  $b$ ,  $h$  – длина, ширина и высота камеры шлюза;  $Q_{\text{навиг.}}$  – продолжительность навигации на реке. 3. Потери на фильтрацию:  $\Delta Q_{\text{фильтр.}}$ ; 4. Потери на испарение зависят от площади зеркала и температуры окружающей среды:

$\Delta Q_{\text{испар.}} = Q_{\text{вдхр.}} \cdot \alpha$  5. Потери на льдообразование ( $\Delta Q_{\text{лёд.}}$ ) – возникают в зимний период при сработке водохранилища при оседании льда; 6.

Бытовой приток изменяется в течение периода  $Q_{\text{быт.}}$  ( $Q$ ); 7. Полезный бытовой приток:  $Q_{\text{пол. быт.}} = Q_{\text{быт.}} - (\Delta Q_{\text{шлюз.}} + \Delta Q_{\text{фильтр.}} + \Delta Q_{\text{исп.}} \pm \Delta Q_{\text{лёд.}})$ ;

8. Отбор воды из водохранилища  $Q_{\text{попуск.}}$ ; 9.  $Q_{\text{полезн. исп.}} = Q_{\text{пол. быт.}} - Q_{\text{попуск.}}$ ; 10.  $Q_{\text{вдхр.}}$  – расход сработки или наполнения водохранилища (положительный или отрицательный); 11.  $Q_{\text{х. сбр.}}$  – холостые сбросы в нижний бьеф; 12.  $Q_{\text{турб.}}$  – расход ГЭС через гидротурбины; 13.  $Q_{\text{НБ}} = Q_{\text{турб.}} + Q_{\text{х. сбр.}} + \Delta Q_{\text{фильтр.}} + \Delta Q_{\text{шлюз.}}$  14.  $\Delta Q_{\text{вдхр.}} = \pm Q_{\text{вдхр.}} \cdot \eta$ ; 15.

$Q_{\text{кон.}} = Q_{\text{нач.}} \pm \Delta Q_{\text{вдхр.}}$ ; 16. Уровень ВБ:  $Q_{\text{ВБ}}^{\text{кон.}} = Q_{\text{ВБ}}^{\text{нач.}}$ ; 17.  $Q_{\text{ср.}} = (Q_{\text{ВБ}}^{\text{нач.}} + Q_{\text{ВБ}}^{\text{кон.}}) / 2$ ; 18. Уровень НБ:  $Q_{\text{НБ}} = Q_{\text{НБ}}^{\text{нач.}}$ ; 19.

Напор:  $Q_{\text{ГЭС}} = Q_{\text{ВБ}}^{\text{ср.}} - Q_{\text{НБ}} - \Delta h$ ; 20.  $Q_{\text{ГЭС}} = 9,81 \cdot Q_{\text{ГЭС}} \cdot Q_{\text{турб.}} \cdot Q_{\text{ГЭС}}$ ;

21. Располагаемая по напору мощность  $Q_{\text{расп.}}$ ; 22.  $\Delta Q_{\text{ГЭС}} = Q_{\text{ГЭС}} \cdot \eta$  [час].

#### 3.3. Использование обобщенных характеристик в расчетах многолетнего регулирования стока.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Обобщенный метод расчета МРРС: методы расчета общих для всех водохранилищ многолетнего регулирования параметров, которые возможно использовать для конкретного объекта. Параметры: 1. Относительная емкость водохранилища  $K$ ; 2. Расчетная обеспеченность  $Q_{\text{об.}}$ ; 3. Коэффициент вариации

годового стока  $\sigma_{\text{г}}$ ; 4. Относительная гарантированная отдача  $\sigma$ ; 5. Коэффициент корреляции годового стока  $\sigma$ ; 6. Коэффициент асимметрии годового стока  $\sigma_{\text{ас}}$ .

4.4. Учет потерь воды из водохранилища в расчетах многолетнего регулирования стока.  
Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: 1. Расход на шлюзование:  $\Delta Q_{\text{шлюз.}} = (l \cdot b \cdot h \cdot n) / \sigma_{\text{навиг.}}$   $n$  – число шлюзований за расчетный период;  $l, b, h$  – длина, ширина и высота камеры шлюза;  $\sigma_{\text{навиг.}}$  – продолжительность навигации на реке. 2. Потери на фильтрацию:  $\Delta Q_{\text{фильтр.}}$ ; 3. Потери на испарение зависят от площади зеркала и температуры окружающей среды:  $\Delta Q_{\text{испар.}} = \sigma_{\text{вдхр.}} \cdot Q_{\text{вдхр.}}$ ; 4. Потери на льдообразование ( $\Delta Q_{\text{лед.}}$ ) – возникают в зимний период при сработке водохранилища при оседании льда.

5.5. Влияние CV, CS, r, Pa на полезную емкость водохранилищ многолетнего регулирования стока.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: 1.  $\sigma_{\text{в}}$  – коэффициент вариации  $\sigma_{\text{в}} = \sqrt{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2) / n}$ ,  $\sigma_{\text{в}} = \sigma_{\text{в}} / \bar{x} > 0$   $\sigma_{\text{в}}$  характеризует интенсивность колебаний случайной величины ( $\bar{x}$ ) относительно ее среднего значения ( $\bar{x}$ ). 2.  $\sigma_{\text{ас}}$  – коэффициент асимметрии  $\sigma_{\text{ас}} = (\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3) / (n \cdot \sigma_{\text{в}}^3)$   $\sigma_{\text{ас}}$  характеризует степень асимметричности распределения случайной величины: При  $\sigma_{\text{ас}} > 0$  положительные отклонения  $\sigma_{\text{в}}$  относительно  $\bar{x}$  (высокие значения расхода) появляются реже, чем отрицательные (но обладают более значительным размахом). Т.о. существует обратная зависимость  $\sigma_{\text{ас}}$  от частоты появления значений  $\sigma_{\text{в}}$  превышающих  $\bar{x}$ . 3. Расчетная обеспеченность – вероятность того, что энергоотдача ГЭС будет не меньше величины, принимаемой в энергетическом балансе энергосистемы (ЭС).  $\sigma_{\text{об}}$  определяет величину  $Q_{\text{гар.}}$  ГЭС в момент прохождения пика нагрузки ЭС или любой другой напряженный момент.

6.6. Понятия вытесняющей рабочей сезонной (дублирующей) и установленной мощности ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Вытесняющая – мощность, которая может заменить в ЭС установленную мощность другой электрической станции; Рабочая – максимальная мощность, с которой ГЭС работает в графике нагрузки ЭС ( $Q_{\text{раб.}} = Q_{\text{уст.}} - \Delta Q_{\text{рез}} (\approx 10\%)$ ). Сезонная (дублирующая) – устанавливается на ГЭС с небольшим вдхр., не способным аккумулировать весь паводковый сток. Она не вытесняет мощность ТЭС из графика нагрузки, а устанавливается для экономии топлива ( $\sigma^{\text{вдхр.}} = 0$ ). Установленная – та мощность, которую может выдать оборудование ГЭС.

7.7. Техничко-экономическое обоснование (ТЭО) ГЭС. Порядок разработки ТЭО.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Техничко-экономическое обоснования (ТЭО) строительства ГЭС заключается в выборе оптимальных параметров ГЭС исходя из её хозяйственной необходимости и экономической целесообразности строительства ГЭС. Порядок разработки ТЭО: Выбор створа ГЭС (расположение подпорных сооружений ГЭС); Определение оптимальной  $Q_{\text{НПУ}}$ ; Определение величины  $Q_{\text{полез.}}$  (или определение  $Q_{\text{УМО}}$ ); Определение  $Q_{\text{ГЭС}}^{\text{расч.}}$ ; Выбор  $Q_{\text{ГЭС}}^{\text{уст.}}$ ; Выбор типа и параметров основного энергетического оборудования ГЭС; Обоснование параметров водоподводящих и водоотводящих сооружений ГЭС; Обоснование расчетной обеспеченности.

## 8.8. Выбор оптимальных параметров ГЭС. Схема расчета параметров ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Для выбора оптимальных параметров ГЭС используется метод сравнения экономической эффективности (метод заключается в определении варианта с минимальными суммарными приведенными затратами  $\Sigma Z_{(прив.)} \rightarrow \square \square \square$ ). Для использования этого метода необходимо выполнить следующие условия: Наличие, как минимум, двух вариантов; Сохранение материального баланса: (необходимость приведение всех сравниваемых вариантов к одинаковому энергетическому эффекту); Одновременность получения энергетического эффекта во всех сравниваемых вариантах. Схема расчета: 1. Выбирается параметр  $Y$  ( $\square$  НПУ,  $\square$  УМО и др.); 2. Намечается диапазон изменения параметра  $Y$ ; 3. Выбирается шаг изменения параметра  $Y$ ; 4. Исходя из п. 2 и 3 выбираются варианты значения параметра  $Y$ ; 5. Для каждого варианта параметра  $Y$  определяются энергетические показатели ( $N$  и  $\mathcal{E}$ ); 6. Для каждого варианта параметра  $Y$  определяются экономические показатели ( $K$  и  $I$ ); 7. Из всех сравниваемых вариантов параметра  $Y$  выбирается обеспечивающий максимальное значение мощности и выработки электроэнергии ( $\square \rightarrow \square \square \square$  и  $\mathcal{E} \rightarrow \square \square \square$ ). Данный вариант принимается в качестве базового; 8. По отношению к базовому варианту определяется величина снижения мощности ( $\Delta \square_{\square} = \square_{(баз.)} - \square_{\square}$ ) и выработки ( $\Delta \mathcal{E}_{\square} = \mathcal{E}_{(баз.)} - \mathcal{E}_{\square}$ ) в вариантах с другими значениями параметра  $Y$ ; 9. По величинам снижения мощности и выработки ( $\Delta \square_{\square}$  и  $\Delta \mathcal{E}_{\square}$ ) определяются энергетические показатели замещающей электростанции; 10. По энергетическим показателям замещающей электростанции опред. дополнительные капитальные и эксплуатационные затраты ( $K$  и  $I$ ); 11. По каждому варианту параметра  $Y$  определяются суммарные затраты для проектируемой ГЭС и замещающей электростанции ( $\Sigma Z_{ГЭС}$  и  $\Sigma Z_{(зам.)}$ ); 12. Оптимальным значением параметра  $Y$  будет такое, при котором суммарные затраты будут наименьшими ( $\Sigma Z_{(прив.)} = \Sigma Z_{ГЭС} + \Sigma Z_{(зам.)} \rightarrow \square \square \square$ ).

## 9.9. Определение затрат на проектируемую ГЭС и замещающую ТЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Затраты на проектируемую ГЭС:  $\Delta Z_{ГЭС} = \square_{н} \cdot \square_{ГЭС} + I_{ГЭС}$

Затраты на замещающую ТЭС:

$\Delta Z_{(аам.)}^{ТЭС} = \square_{н} \cdot \Delta \square_{(зам.)}^{ТЭС} + \Delta I_{(зам.)}^{ТЭС} + \Delta Z_{(топл.)}$ , где  $\Delta \square_{(зам.)}^{ТЭС} = \square_{ГЭС} \cdot \square^{\wedge} \square \cdot \square_{ГЭС}$  - кап. затраты, определяемые через показатели ГЭС;  $\Delta Z_{(топл.)} = z_{(топл.)} \cdot \square \cdot \square^{\wedge} \mathcal{E} \cdot \mathcal{E}_{ГЭС}$  - топливные затраты ТЭС, определяемые через показатели ГЭС, где  $z_{(топл.)}$  - стоимость топлива;  $\square$  - расход топлива;  $\square^{\wedge}$  - коэффициент пересчета по энергии.

## 10.10. Экономическое обоснование отметки НПУ.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Экономическое обоснование  $\square$  НПУ: Возможно провести тремя способами: Критерий минимума приведенных затрат по энергосистеме ( $\Sigma Z \rightarrow \square \square \square$ ); Критерий равенства приращенных затрат; Критерий нормативного срока окупаемости. Пример обоснования  $\square$  НПУ по первому способу: 1. Выбор нескольких значений  $\square$  НПУ; 2. Выбор шага изменения  $\square$  НПУ; 3. Определение энергетических показателей  $N$  и  $\mathcal{E}$ ; 4. Определение экономических показателей  $K$  и  $I$ ; 5. Определение базового варианта ( $\square$  [НПУ]  $_{(баз.)}$ ) по условию ( $\square_{(уст.)} \rightarrow \square \square \square$  и  $\mathcal{E} \rightarrow \square \square \square$ ); 6. Определение  $\Delta \square$  и  $\Delta \mathcal{E}$  для других вариантов  $\square$  НПУ; 7. По значениям  $\Delta \square$  и  $\Delta \mathcal{E}$  определяются энергетические показатели зам. ТЭС; 8. По энергетическим и дополнительным показателям зам. ТЭС определяются ее экономические показатели

К и И; 9. По каждому варианту  $\square$ НПУ определяются  $\Sigma Z_{ГЭС}$  и соответствующие  $\Sigma Z_{(зам. ТЭС)}$ ; 10. Вариант  $\square$ НПУ, при котором  $\Sigma Z_{(прив.)} \rightarrow \square \square \square$  является оптимальным.

11.11. Особенности выбора оптимальной отметки УМО.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Особенности выбора оптимальной отметки УМО: При заданной  $\square$ НПУ конечная глубина сработки водохранилища определяет  $\square$ УМО и  $\square_{(полез.)}$  Чем ниже  $\Delta_{(сраб. вдхр.)}$ , тем ниже  $\Delta_{(транзит.)}$  Чем выше глубина сработки, тем ниже выработка, поэтому ее максимум оказывается выше (см. т. В). Чем меньше напор  $\rightarrow$  больше требуется расход через агрегат ( $\square_{(агр.)}$ )  $\rightarrow$  больше габариты агрегатного блока  $\rightarrow$  больше габариты здания ГЭС.

12.12. Обоснование установленной мощности ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Обоснование установленной мощности ГЭС: Факторы, влияющие на величину установленной мощности ГЭС: Природные факторы: гидрология; зависимость расхода от напора; геология. 2. Регулирование стока (глубина); 3. Системные факторы: неравномерность графика нагрузки; структура генерирующих мощностей; наличие межсистемных связей. 4. Экономические факторы - отношение между экономическими показателями проект. ГЭС и заменяемой ТЭС.

13.13. Особенности обоснования величины сезонной дублирующей мощности на ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Сезонная дублирующая мощность устанавливается на ГЭС с небольшим  $\square_{(полез.)}$ , неспособным аккумулировать весь половодный сток. Поэтому, ввиду неизбежных сбросов лишней воды устанавливаются дополнительную мощность, которая не вытесняет ТЭС в системе. Установка такой мощности оправдывается только экономией топлива. Необходимость сбросов воды в паводок может быть обоснована требованием участников ВХК (сельского хозяйства, рыбного хозяйства).

14.14. Обоснование мощности ГЭС в энергосистеме с плотными годовыми графиками нагрузки.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: В энергосистеме с плотными графиками нагрузки, где обязательно требуется наличие резерва для производства капитальных ремонтов, установка сезонной мощности на ГЭС может экономить величину ремонтного резерва, причем эта экономия будет меньше, чем сама установленная мощность на ГЭС. Люб. ремонт оборудования приведет к дефициту мощности. Постоянность загрузки дает возможность работать с повышенным КПД. Если установить сезонную мощность, то чем выше продолжительность использ., тем выше коэффициент пересчета.

$$\Delta \square_{(рез.)} = (\square_{ГЭС}^{(сез.)} \cdot \square_{(сез.)}) / (12 - \square_{(рем.)} (\square_{(сез.)}))$$

15.15. Учет динамики развития систем при обосновании величины установленной мощности ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Определение установленной мощности ГЭС с учетом динамики развития энергосистемы:  $\square_{(гар.)}$ - это средняя интервальная мощность, которая обеспечивается расходом воды с обеспеченностью 90-95%, при условии использования 24 ч. в сутки на протяжении всего года. Через 20 лет можно построить больше ГЭС. Критерий: равенство затрат ГЭС и на заменяемой станции.

$$\square_n \cdot \Delta \square_{ГЭС} + \Delta И_{ГЭС} = z_{(топл.)} \cdot \Delta Э_{ГЭС} \cdot \square^{\wedge} Э \cdot \square_{(эк.)} + (\square_n \cdot \Delta \square_{(зам.)} + \Delta И_{(зам.)} \cdot \square) / ((\square_n + 1) \cdot \square)$$
, где  $\square$  – срок, через который  $\square_{(сез.)}$  станет  $\square_{(выт.)}$

16.16. Выбор оптимальных параметров силового оборудования ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Обоснование основных параметров силового оборудования ГЭС  
Основными параметрами силового оборудования ГЭС являются: Тип гидротурбины;  
Параметры турбины и генератора; Количество гидроагрегатов; Отметка рабочего колеса турбины. Все эти параметры определяются совместно.

17.17. Выбор оптимальной величины генераторной мощности ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Обоснование выбора мощности генератора Расчетный напор ( $\square_p$ ) – это минимальный напор, при котором может быть получена номинальная мощность генератора при расчетом  $\square \square \square \square$ . При напорах ниже расчетного мощность генератора ограничена турбиной и снижается при снижении напора. Расчетный напор выбирается по наиболее напряженному месяцу энергосистемы, в последующие месяцы напоры будут меньше расчетного → располагаемая мощность будет снижаться (снижение нагрузки энергосистемы определяет снижение располагаемой мощности).

18.18. Выбор расчетной величины обеспеченности  $P_a$  энергоотдачи ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Выбор расчетной величины обеспеченности ( $\square_{\square}$ ) энергоотдачи ГЭС: Величина расчетной обеспеченности зависит от отрасли народного хозяйства, поэтому она различна для всех участников ВХК. Значения расчетной обеспеченности для каждой из отраслей народного хозяйства зависят от класса ГЭС, его назначения, характеристик реки и т.д. Значения принимаются на основании оценки ущерба от недоотпуска воды. Расчетная обеспеченность – вероятность того, что энергоотдача ГЭС будет не меньше величины, принимаемой в энергетическом балансе энергосистемы (ЭС).  $\square_{\square}$  определяет величину  $\square_{(гар.)}$  ГЭС в момент прохождения макс нагрузки ЭС или любой другой напряженный момент.

19.19. Экономическое обоснование величины вытесняющей мощности ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Экономическое обоснование величины вытесняющей мощности ГЭС:  
Факторы, влияющие на величину вытесняющей мощности ГЭС ( $\square_{(вытесн.)} \wedge ГЭС$ ):  
Гидрологические условия; Соотношения напора и расхода ГЭС; Геологические условия; Глубина регулирования стока. Обоснование проводится путем сравнения с затратами на замещающую ТЭС.

20.20. Учет изменения показателей по каскаду при обосновании параметров ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Факторы, определяющие необходимость и целесообразность сооружения ГЭС в две очереди: Перспективы развития нагрузки; Изменения состава каскада. Ввод новых ГЭС; Техничко-экономические предпосылки развития установленной мощности с разрывом во времени; Возможность развития мощности ГЭС с точки зрения типов гидротехнических сооружений, компоновки гидроузла, оборудования ГЭС и т.д.

21.21. Факторы, влияющие на эффект от совместной работы ГЭС в ОЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Факторы, влияющие на эффект от совместной работы ГЭС в энергосистеме: Гидрологические особенности водотоков, на которых работают ГЭС Регулирующая возможность водохранилищ Расположение водохранилищ в рамках каскада Технический эффект: повышение суммарной гарантированной мощности каскада ГЭС по сравнению с суммой гарантированных мощностей ГЭС каскада. Экономический эффект: экономия мощности других электростанций, работающих в объединенной энергетической системе.

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответ на вопросы билета дан правильно или преимущественно правильно.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Имеются отдельные неточности в формулировках ответа по вопросам билета.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Имеются существенные неточности в формулировках ответа по вопросам билета.*

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Итоговая оценка за курс "Основы проектирования ГЭС" выставляется по результатам зачета с оценкой.