

**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: Гидроэнергетические установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Проектирование ГЭС**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

Е.В. Игнатьев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тягунов М.Г.
	Идентификатор	R806ed17c-TiagunovMG-84c34583

М.Г. Тягунов

Заведующий
выпускающей
кафедрой

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

Т.А.
Шестопалова

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-2 Способен участвовать в проведении планирования и ведения режима работы гидроэнергетических установок

ИД-1 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

ИД-2 Осуществляет планирование и ведение режима гидроэнергетических установок

2. РПК-1 Способен участвовать в проведении научно-исследовательских работ в области (сфере) профессиональной деятельности

ИД-1 Осуществляет научный поиск методов решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере)

ИД-2 Применяет фундаментальные и прикладные знания для решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере)

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)

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест "Вопросы охраны окружающей среды при разработке проектов ГЭС" (Тестирование)

2. Тест "Обоснование параметров энергетического оборудования ГЭС. Расчетная обеспеченность энергоотдачи ГЭС и особенности ее определения" (Тестирование)

3. Тест "Особенности обоснования параметров ГЭС при комплексном использовании водных ресурсов" (Тестирование)

4. Тест "Технико-экономическое обоснование параметров ГЭС" (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. 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	7	10	14	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. Обобщенные методы расчета параметров водохранилищ						
Резервы мощности в энергосистеме: нагрузочный, аварийный и ремонтный резервы				+		
Обобщенные методы расчета параметров водохранилищ				+		
Правила использования водных ресурсов водохранилищ ГЭС						
ПИВР водохранилищ						+
Вес КМ:		10	20	20	25	25

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ- 6	КМ- 7	КМ- 8	КМ- 9
	Срок КМ:	4	7	11	14
Технико-экономическое обоснование параметров ГЭС					
ТЭО параметров ГЭС		+			
Выбор отметки НПУ и полезного объема водохранилища		+			
Особенности обоснования мощности ГЭС		+			
Обоснование параметров энергетического оборудования ГЭС. Расчетная обеспеченность энергоотдачи ГЭС и особенности ее определения					

Обоснование параметров энергетического оборудования ГЭС		+		
Расчетная обеспеченность энергоотдачи ГЭС и особенности ее определения		+		
Особенности обоснования параметров ГЭС при комплексном использовании водных ресурсов				
Обоснование параметров ГЭС при комплексном использовании водных ресурсов			+	
Особенности выбора оборудования ГАЭС			+	
Вопросы охраны окружающей среды при разработке проектов ГЭС				
Охрана окружающей среды при разработке проектов ГЭС				+
Особенности проектирования малых ГЭС, работающих на автономного потребителя				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Выбор расчетных гидрографов при заданной обеспеченности стока		+			+
Построение суточных и годовых графиков нагрузки энергосистемы		+			+
Расчет режимов работы ГЭС без регулирования			+		+
Водно-энергетические расчеты режима работы ГЭС в маловодном и среднем по водности годах			+		+
Выбор основного энергетического оборудования				+	+
Экономическое обоснование основного энергетического оборудования				+	+
Расчет и построение энергетических характеристик гидроагрегата и ГЭС в целом для выбранного типа основного оборудования					+
Вес КМ:		15	35	35	15

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-2	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Знать: Порядок и критерии выбора основных показателей ГЭС, учитываемых при проектировании ГЭС, эксплуатируемых в рамках электроэнергетических и водохозяйственных систем. Уметь: Выбирать в процессе проектирования основные показатели ГЭС, эксплуатируемых в рамках электроэнергетических и водохозяйственных систем.	2 часть расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока" (Расчетно-графическая работа) Тест "Обоснование параметров энергетического оборудования ГЭС. Расчетная обеспеченность энергоотдачи ГЭС и особенности ее определения" (Тестирование)
ПК-2	ИД-2 _{ПК-2} Осуществляет планирование и ведение режима гидроэнергетических установок	Знать: Общие вопросы, касающиеся планирования и ведения режима работы ГЭС в энергосистеме. Правила использования водных ресурсов	1 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

		водохранилищ ГЭС, учитываемые при планировании и ведении режима работы ГЭС в энергосистеме. Уметь: Планировать и вести режим работы ГЭС в энергосистеме с учетом различных факторов. Выбирать основное оборудование ГЭС	работа) Тест "Вопросы охраны окружающей среды при разработке проектов ГЭС" (Тестирование)
РПК-1	ИД-1 _{РПК-1} Осуществляет научный поиск методов решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере)	Знать: Связь между основными параметрами и экономическими показателями ГЭС для выбора наиболее целесообразного решения при выборе конфигурации ГЭС, работающей в электроэнергетических системах.	Тест "Особенности обоснования параметров ГЭС при комплексном использовании водных ресурсов" (Тестирование)
РПК-1	ИД-2 _{РПК-1} Применяет фундаментальные и прикладные знания для решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере)	Знать: Основные этапы ТЭО ГЭС Уметь: Принимать и обосновывать конкретные наиболее целесообразные технические решения при последующем использовании ГЭС в электроэнергетических	3 часть расчетного задания "Расчет многолетнего регулирования речного стока" (Расчетно-графическая работа) Тест "Технико-экономическое обоснование параметров ГЭС" (Тестирование)

		системах.	
--	--	-----------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

1 семестр

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: 10

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:

Уметь: Выбирать основное оборудование ГЭС	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? 2.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?
---	--

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.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

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: 20

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 $N_{г\text{аргэс}}$ при условии использования всего полезного объема водохранилища, т.е. сработать до минимального уровня и наполнить до НПУ. Принимаем, что $Z_{вбнач} = \text{НПУ}$ из графического метода, погрешность по отметкам верхнего бьефа $\Delta Z_{вб} = 10$ см, погрешность по мощности $\Delta N = 10$ МВт.

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

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

Далее определить установленную мощность ГЭС.

Определить расчетный напор ГЭС.

Определить среднегодовую выработку ГЭС.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Выбирать в процессе проектирования основные показатели ГЭС, эксплуатируемых в рамках и водохозяйственных систем.	1. 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? 2. 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?
--	---

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).

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

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

Формы реализации: Проверка 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:

Уметь: Принимать и обосновывать конкретные наиболее целесообразные технические решения при последующем использовании ГЭС в электроэнергетических	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?
--	---

системах.	Как определяется среднемноголетняя выработка 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 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.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

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.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

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:

Знать: Правила использования водных ресурсов водохранилищ ГЭС, учитываемые при планировании и ведении режима работы ГЭС в энергосистеме.	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?
--	--

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.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию.

2 семестр

КМ-6. Тест "Технико-экономическое обоснование параметров ГЭС"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест по разделам: "Технико-экономическое обоснование параметров ГЭС"

Краткое содержание задания:

Ответить на 5 заданных в тесте вопросов.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Основные этапы ТЭО ГЭС	1. Что такое каскад ГЭС? С помощью какого показателя оценивается эффективность длительного регулирования расхода водохранилища? Опишите гидравлический тип компенсирующего регулирования. Опишите электрический тип компенсирующего регулирования. Назовите факторы, влияющие на эффект от совместной работы ГЭС в энергосистеме. 2. Как определяется технический эффект от совместной работы ГЭС в энергосистеме? Как определяется экономический эффект от совместной работы ГЭС в энергосистеме? Как определяется величина обеспеченности (расчетный и поверочный случай) при моделировании расчетного гидрографа весеннего половодья? Как проводится обоснование варианта строительства водопропускных сооружений? Как проводится обоснование варианта водохозяйственного комплекса?
-------------------------------	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на все 5 вопросов в задании.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 4 вопроса в задании.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 3 вопроса в задании.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 2 и менее вопроса в задании.

**КМ-7. Тест "Обоснование параметров энергетического оборудования ГЭС.
Расчетная обеспеченность энергоотдачи ГЭС и особенности ее определения"**

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест по разделам: "Обоснование параметров энергетического оборудования ГЭС. Расчетная обеспеченность энергоотдачи ГЭС и особенности ее определения".

Краткое содержание задания:

Ответить на 5 заданных в тесте вопросов.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Порядок и критерии выбора основных показателей ГЭС, учитываемых при проектировании ГЭС, эксплуатируемых в рамках электроэнергетических и водохозяйственных систем.	1. Назовите состав основного энергетического оборудования (ОЭО) ГЭС. Назовите показатели, определяемые при выборе ОЭО ГЭС. Назовите параметры ГЭС, уточняемые при выборе ОЭО. Назовите требования, предъявляемые к выбору ОЭО ГЭС. Назовите критерий выбора ОЭО ГЭС. 2. Как определяется состав ОЭО исходя из ограничения по максимальному диаметру РО гидротурбины с точки зрения транспортировки и монтажа? Как определяется состав ОЭО исходя из ограничения по числу ГА при выборе ОЭО с точки зрения повышения надежности эксплуатации ГЭС в ЭС? Как определяется состав ОЭО исходя из ограничения по числу ГА при выборе ОЭО с точки зрения упрощения схемы электрических соединений ГЭС? Как определяются характеристики гидротурбин по
---	--

	главной универсальной характеристике? Как строится режимное поле ГАЭС?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на все 5 вопросов в задании.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 4 вопроса в задании.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 3 вопроса в задании.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 2 и менее вопроса в задании.

КМ-8. Тест "Особенности обоснования параметров ГАЭС при комплексном использовании водных ресурсов"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест по разделам: "Особенности обоснования параметров ГАЭС при комплексном использовании водных ресурсов"

Краткое содержание задания:

Ответить на 5 заданных в тесте вопросов.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Связь между основными параметрами и экономическими показателями ГАЭС для выбора наиболее целесообразного решения при выборе конфигурации ГАЭС, работающей в электроэнергетических системах.	1. Назовите основную функцию ГАЭС. Назовите показатели, определяемые при выборе ОЭО ГАЭС. Дайте классификацию ГАЭС по схеме основного гидросилового оборудования. Назовите существующие российские ГАЭС простого типа аккумуляирования. Назовите существующие российские ГАЭС, работающие по схеме переброса речного стока. 2. Чему равен КПД ГАЭС (вывести качественно)? Как производится экономическое обоснование ГАЭС? Чему равна величина экономии топлива ГАЭС (вывести качественно)? Как обоснуются экономические параметры ГАЭС? Как определяются затраты ГАЭС?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на все 5 вопросов в задании.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 4 вопроса в задании.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 3 вопроса в задании.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 2 и менее вопроса в задании.

КМ-9. Тест "Вопросы охраны окружающей среды при разработке проектов ГЭС"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест по разделам: "Вопросы охраны окружающей среды при разработке проектов ГЭС"

Краткое содержание задания:

Ответить на 5 заданных в тесте вопросов.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Общие вопросы, касающиеся планирования и ведения режима работы ГЭС в энергосистеме.	1.Что из нижеприведенного является источником потенциала малой гидроэнергетики? Какие типы гидротурбин используются на малых ГЭС? Что из нижеперечисленного входит в комплектную поставку гидроагрегата малой ГЭС? Какие модульные проектные решения используются при проектировании и строительстве микро-ГЭС? Какой нормативный документ определяет статус малой ГЭС в России? 2.Какие проектные решения применяются для сокращения капиталовложений в строительство малых ГЭС? Для каких сечений сифонного водовода составляется уравнение Бернулли при определении расхода через гидроагрегат малой ГЭС? Что позволяет сократить капиталовложения в здание деривационной малой ГЭС? От чего зависят размеры и строительные объемы блоков приплотинных и деривационных малых ГЭС? Какая конструкция подвода воды применяется в типовых русловых зданиях малых ГЭС?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на все 5 вопросов в задании.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 4 вопроса в задании.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 3 вопроса в задании.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Даны правильные ответы на 2 и менее вопроса в задании.

Для курсового проекта/работы

2 семестр

I. Описание КП/КР

Выполнить обоснование параметров и основного энергетического оборудования проектируемой ГЭС

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

1. Выбрать гидрографы расчетных лет (маловодного и средневодного)
2. Выбрать величину установленной мощности ГЭС для заданного варианта отметки НПУ.
3. Составить балансы мощности и энергии для лет расчетной обеспеченности стока.
4. Выбрать основное энергетическое оборудование ГЭС.
5. Рассчитать и построить характеристики агрегата и ГЭС в целом.

Тематика КП/КР:

Гидрология, водно-энергетические расчеты, баланс мощности энергосистемы, основное энергетическое оборудование, характеристики гидроагрегатов и ГЭС.

КМ-1. Соблюдение графика выполнения КП

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-2. Соблюдение графика выполнения КП

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-3. Соблюдение графика выполнения КП

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-4. Соблюдение графика выполнения КП и качество оформления КП

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Графический метод расчета многолетнего регулирования стока с использованием ИКС.
2. Выбор расчетной величины обеспеченности R_{α} 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_{ПК-2} Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

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 , R_{α} 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 R_{α} 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 водохр. 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:

$\Delta Q_{\text{шлюз.}} = (Q_{\text{шлюз.}} \cdot h \cdot \eta) / Q_{\text{навиг.}}$ 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: $\Delta Q_{\text{филтр.}}$; 4. Потери на испарение зависят от площади зеркала и температуры окружающей среды:

$\Delta Q_{\text{испар.}} = Q_{\text{вдхр.}} \cdot \alpha^0$ 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: $Q_{\text{пол. быт.}} = Q_{\text{быт.}} - (\Delta Q_{\text{шлюз.}} + \Delta Q_{\text{филтр.}} + \Delta Q_{\text{исп.}} \pm \Delta Q_{\text{лёд.}})$;

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. $Q_{\text{НБ}} = Q_{\text{турб.}} + Q_{\text{х. сбр.}} + \Delta Q_{\text{филтр.}} + \Delta Q_{\text{шлюз.}}$ 14. $\Delta Q_{\text{шлюз.}} = \pm Q_{\text{вдхр.}} \cdot \eta$; 15.

$Q_{\text{кон.}} = Q_{\text{нач.}} \pm \Delta Q_{\text{шлюз.}}$; 16. Уровень ВБ: $Q_{\text{ВБ}}^{\text{кон.}} = Q_{\text{ВБ}}^{\text{кон.}}$; 17.

$Q_{\text{ср.}} = (Q_{\text{ВБ}}^{\text{нач.}} + Q_{\text{ВБ}}^{\text{кон.}}) / 2$; 18. Уровень НБ: $Q_{\text{НБ}} = Q_{\text{НБ}}$; 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. $\Sigma Q_{\text{ГЭС}} = Q_{\text{ГЭС}} \cdot \eta$ [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 Q ; 2. Расчетная обеспеченность $Q_{\text{об.}}$; 3. Коэффициент вариации годового стока $Q_{\text{в.}}$; 4. Относительная гарантированная отдача Q ; 5. Коэффициент корреляции годового стока Q ; 6. Коэффициент асимметрии годового стока $Q_{\text{ас.}}$.

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: $\Delta Q_{\text{шлюз.}} = (Q \cdot b \cdot h \cdot n) / Q_{\text{навиг.}}$ n – число шлюзований за расчетный период; l, b, h – длина, ширина и высота камеры шлюза; $Q_{\text{навиг.}}$ – продолжительность навигации на реке. 2. Потери на фильтрацию: $\Delta Q_{\text{филтр.}}$; 3. Потери на испарение зависят от площади зеркала и температуры окружающей среды: $\Delta Q_{\text{испар.}} = Q_{\text{вдхр.}} \cdot \alpha$ 4. Потери на льдообразование ($\Delta Q_{\text{лёд.}}$) – 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. C_v – коэффициент вариации $C_v = \sqrt{((\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2) / n) / \bar{Q}}$, $C_s = \sqrt{((\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^3) / n) / (\bar{Q}^3)}$ характеризует интенсивность колебаний случайной величины (Q_i) относительно ее среднего значения ($\bar{Q}$) 2. C_a – коэффициент асимметрии $C_a = ((\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^3) / n) / (\bar{Q}^3)$ характеризует степень асимметричности распределения случайной величины: При $C_a > 0$ положительные отклонения Q_i относительно $\bar{Q}$ (высокие значения расхода) появляются реже, чем отрицательные (но обладают более значительным размахом). Т.о. существует обратная зависимость C_a от частоты появления значений Q_i превышающих $\bar{Q}$. 3. Расчетная обеспеченность – вероятность того, что энергоотдача ГЭС будет не меньше величины, принимаемой в энергетическом балансе энергосистемы (ЭС). $Q_{\text{гар.}}$ определяет величину $Q_{\text{гар.}}$ ГЭС в момент прохождения макс 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 ($Q_{\text{уст.}} = 0$). 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 $\Sigma Z_{\text{прив.}} \rightarrow \square\square\square$). Для использования этого метода необходимо выполнить следующие условия: Наличие, как минимум, двух вариантов; Сохранение материального баланса: (необходимость приведения 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 Δ); 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 $\Delta \rightarrow \square\square\square$). Данный вариант принимается в качестве базового; 8. По отношению к базовому варианту определяется величина снижения мощности ($\Delta \square_{\text{баз.}} = \square_{\text{баз.}} - \square_{\text{баз.}}$) и выработки ($\Delta \Delta_{\text{баз.}} = \Delta_{\text{баз.}} - \Delta_{\text{баз.}}$) в вариантах с другими значениями параметра Y ; 9. По величинам снижения мощности и выработки ($\Delta \square_{\text{баз.}}$ и $\Delta \Delta_{\text{баз.}}$) 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 ($\Sigma Z_{\text{ГЭС}}$ и $\Sigma Z_{\text{зам.}}$); 12. Оптимальным значением параметра Y будет такое, при котором суммарные затраты будут наименьшими ($\Sigma Z_{\text{прив.}} = \Sigma Z_{\text{ГЭС}} + \Sigma Z_{\text{зам.}} \rightarrow \square\square\square$).

9.9. Определение затрат на проектируемую ГЭС и замещающую ТЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

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

Затраты на замещающую ТЭС:

$\Delta Z_{\text{аам.}}^{\text{ТЭС}} = \square_{\text{н}} \cdot \Delta \square_{\text{зам.}}^{\text{ТЭС}} + \Delta I_{\text{зам.}}^{\text{ТЭС}} + \Delta Z_{\text{топл.}}$, где $\Delta \square_{\text{зам.}}^{\text{ТЭС}} = \square_{\text{ГЭС}} \cdot \square^{\wedge} \cdot \square_{\text{ГЭС}}$ - кап. затраты, определяемые через показатели ГЭС; $\Delta Z_{\text{топл.}} = z_{\text{топл.}} \cdot \square \cdot \square^{\wedge} \cdot \Delta_{\text{ГЭС}}$ - топливные затраты ТЭС, определяемые через показатели ГЭС, где $z_{\text{топл.}}$ - 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 Δ ; 4. Определение экономических показателей K и I ; 5. Определение базового варианта ($\square$ [НПУ] (баз.)) по условию ($\square_{\text{уст.}} \rightarrow \square\square\square$ и $\Delta \rightarrow \square\square\square$); 6. Определение $\Delta \square$ и $\Delta \Delta$ для других вариантов $\square$ НПУ; 7. По значениям $\Delta \square$ и $\Delta \Delta$ определяются энергетические показатели зам. ТЭС; 8. По энергетическим и дополнительным показателям зам. ТЭС определяются ее экономические показатели K и I ; 9. По каждому варианту $\square$ НПУ определяются $\Sigma Z_{\text{ГЭС}}$ и соответствующие $\Sigma Z_{\text{зам. ТЭС}}$; 10. Вариант $\square$ НПУ, при котором $\Sigma Z_{\text{прив.}} \rightarrow \square\square\square$ 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 $Q_{НПУ}$ конечная глубина сработки водохранилища определяет $Q_{УМО}$ и $Q_{(полез.)}$. Чем ниже $Э_{(сраб. вдхр.)}$, тем ниже $Э_{(транзит.)}$. Чем выше глубина сработки, тем ниже выработка, поэтому ее максимум оказывается выше (см. т. В). Чем меньше напор $\rightarrow$ больше требуется расход через агрегат ($Q_{(агр.)}$) $\rightarrow$ 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 $Q_{(полез.)}$, неспособным аккумулировать весь половодный сток. Поэтому, ввиду неизбежных сбросов лишней воды устанавливают 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.

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

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: $Q_{(гар.)}$ - 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.

$$Q_{н} \cdot \Delta Q_{ГЭС} + \Delta I_{ГЭС} = z_{(топл.)} \cdot \Delta Q_{ГЭС} \cdot Q_{(эк.)} + (Q_{н} \cdot \Delta Q_{(зам.)} + \Delta I_{(зам.)} \cdot Q_{(выт.)}) / ((Q_{н+1} - Q_{н})),$$

где $Q_{н}$ – срок, через который $Q_{(сез.)}$ станет $Q_{(выт.)}$

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 (H_p) – это минимальный напор, при котором может быть получена номинальная мощность генератора при расчетом $P_{\text{расч}}$. 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 (P_a) 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). P_a определяет величину $P_{\text{расч}}$ (гар.) ГЭС в момент прохождения max 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 ($P_{\text{вытесн.}}^{\text{ГЭС}}$): 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.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-2 Осуществляет планирование и ведение режима гидроэнергетических установок

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 $\square$ (сут.)= $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ / $\square$ (сут.); $\square$ (час.)= $\square$ $\square$ $\square$ $\square$ / $\square$ (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 водоподдачи. 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 (русл.)), ширина русла ($\square$ (русл.)), радиус скругления русла ($\square$ (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. Спрямление русла – строительство каналов спрямляющих излучины реки (требуется создание ГУ с учетом перепада отметок реки и обеспечение прохода судов путем шлюзования) 3. Увеличение меженных 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 вхр. помимо забора воды из ВБ и шлюзования пропускается через агрегаты ГЭС. V – зона начала открытия водосливной плотины. Вся избыточная часть суммарной отдачи вхр. 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 вхр. 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.

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.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на вопросы билета не дан или дан преимущественно неправильно.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка за Часть №1 по курсу "Проектирование ГЭС" выставляется по результатам экзамена.

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Каскадное регулирование стока водохранилищами ГЭС.
2. Особенности выбора оборудования ГАЭС. Расчетный напор ГАЭС и его определение.
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.

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{РПК-1} Осуществляет научный поиск методов решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере)

Вопросы, задания

- 1.1. Каскадное регулирование стока водохранилищами ГЭС

2. Гидравлическое компенсирующее регулирование стока при работе ГЭС в каскаде.
3. Электрическое компенсирующее регулирование стока при работе ГЭС в энергосистеме.
4. Выбор основного энергетического оборудования. Задачи выбора и требования к выбору.
5. Выбор гидротурбин по номенклатурным графикам.
6. Выбор гидротурбин по главным универсальным характеристикам.
7. Выбор заглубления оборудования по условиям его бескавитационной работы.
8. Построение энергетических характеристик гидроагрегата и ГЭС в целом.
9. Правила управления режимом работы водохранилищ ГЭС.
10. Пропуск максимальных расходов через гидроузел. Порядок расчетов. Моделирование расчетного гидрографа.
11. Зимний режим рек. Затопы и зажоры на реках. Учет особенностей зимнего режима при проектировании ГЭС.
12. Выбор расчетных гидрологических условий для проектирования ГЭС, работающих в Единой Энергетической системе России.
13. ГАЭС. Классификация ГАЭС. КПД ГАЭС.
14. Особенности экономического обоснования ГАЭС.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.14. Особенности экономического обоснования ГАЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: 1. При оценке топливного эффекта ГАЭС необходимо учитывать не только экономию топлива от работы ГАЭС в генерирующем режиме, но и затраты на топливо. Эти затраты подсчитываются исходя из загрузки ТЭС, работающих ночью с пониженной нагрузкой. Расход на догрузку $0,25-0,27 \text{ кг у.т./кВт} \cdot \text{ч}$. 2. ГАЭС, догружая ночью неманевренное оборудование, повышает маневренность энергетической системы, что, в свою очередь, повышает надежность и качество энергоснабжения. Оценка эффекта производится по затратам в КЭС при их режиме совместно с ГАЭС и без них. Дополнительные затраты в варианте без ГАЭС: Дополнительный ремонт оборудования КЭС за счет остановки и пуска оборудования; Снижение прочностных качеств металла при частом изменении температуры; Повышение износа, следствием которого является повышение амортизации оборудования; Увеличение простоя оборудования за счет увеличения часов капитального и аварийного ремонта.

2.15. Особенности выбора оборудования ГАЭС. Расчетный напор ГАЭС и его определение.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: 1. Следует стремиться к увеличению единичной $\square$ (агр.) Если для ГЭС есть ограничение по обеспечению санитарного расхода $\square$ (сан.), то для ГАЭС ограничением будет $\square_{PK}^{\square}$ при заданном режиме напоров. 2. При известном напоре, типе гидромашины и $\square_{PK}^{\square}$ (по условиям изготовления и доставки) выбор оборудования ГАЭС сводится к определению n , [об/мин] агрегата в соответствии с $\square$ (расч.), как в режиме заряда, так и в режиме разряда. Уточнение $\square$ (уст.) ГАЭС по оборудованию Исходная информация: - мощность и характерные режимы ГАЭС при заряде и разряде; энергетические характеристики гидромашин в обоих режимах; КПД эл. машин в двигательном и генераторном режимах; полезный объем ВБ и НБ; потери напора в водоподводящих сооружениях; КПД ГАЭС в обоих режимах; кривые связей уровней с объемами резервуаров (при условии двух замкнутых резервуаров)

3.16. Охрана водных ресурсов от загрязнения и истощения. Показатели состояния вод. Учет качества воды при проектировании ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Под загрязнением понимается изменение состояния и свойств воды под влиянием антропогенного фактора, при котором вода становится частично либо полностью непригодна для одного или нескольких видов водопользования.

Засорение – поступление в водоем нерастворимых предметов, практически не изменяющих качество воды (древесина, строительный мусор, шлак). Истощение вод – снижение количества воды в водоеме, происходящее под влиянием антропогенной деятельности и носящее устойчивый характер. Степень загрязнения водных источников определяется концентрацией в воде вредных примесей и оценивается требованиями отраслей народного хозяйства: рыбного, хоз.-питьевого, культурно-бытового водопользования (рекреация). Показатели состояния воды: ПДК вредных веществ в воде (система разработана Министерством здравоохранения, охватывает широкий круг хим. веществ, которые могут попасть в воду); Биохимическая потребность в кислороде (БПК) – указывает на содержание в воде кислорода, необходимого для окисления находящихся в воде органических загрязняющих веществ. Для бытовых сточных вод БПК стабильна и зависит от нормы водопользования на одного человека: 50 (л/сут)/чел - БПК = 600-800 мг/л; 100-300 (л/сут)/чел - БПК = 400 мг/л; 400 (л/сут)/чел - БПК = 150-200 мг/л. Повышение содержания кислорода производится за счет аэрации – взаимодействия воды с воздухом. В НБ ГЭС концентрация кислорода всегда выше за счет перемешивания воды с воздухом. 3. Запах [балл] 0 – отсутствие запаха; 2 – слабый запах; 5 – сильный запах. 4. Привкус. 5. Плавающие примеси $\square_1$ - ПДК $\square_1 \leq (\square \cdot \square) / \square \cdot (\square_2 - \square_3)$, где $\square_3$ – концентрация загрязняющего вещества выше выброса сточных вод; Q – расход воды в реке; q – расход выброса сточных вод; α – коэффициент смешивания. Способность реки к самоочищению осуществляется под действием следующих факторов: Солнечная радиация; Деятельность микроорганизмов; Деятельность водной растительности; Окисление за счет турбулентной диффузии (перемешивания).

4.17. САПР ГЭС. Назначение САПР ГЭС. Структура системы автоматизированного проектирования.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Система автоматизированного проектирования ГЭС (САПР ГЭС) – комплекс средств автоматизации, взаимосвязанных с подразделением проектной организации или коллективом пользователей (специалистов), выполняющих автоматизированное проектирование. Структура системы автоматизированного проектирования (для учета опыта стр-ва ГЭС): Под комплексом средств автоматизации проектирования: Математическое обеспечение – теория и методы автоматизированного проектирования объектов принятого класса; Технические средства (обеспечение) – технические средства для приема, обработки, хранения и передачи информации; Программы, реализующие проектные процедуры и операции по управлению процессом проектирования; Информационное обеспечение – информационные базы; Языки для представления объекта проектирования, общения пользователей с системой, программирования – лингвистическое обеспечение; Организационная схема процесса проектирования. К п. 1 относятся математические методы, модели, алгоритмы, представленные в заданной форме и необходимые для выполнения автоматизированного проектирования; Под п. 2 понимается совместимость взаимосвязанных технических средств, предназначенных для выполнения автоматизированного проектирования. К нему относятся:

вычислительная техника; аппаратура, сопряженная с линиями автоматизации; средства отображения и документирования информации. К п. 3 относится совокупность компьютерных программ, необходимых для автоматизированного проектирования состоящая из: Системных программ, предназначенных для организации комплекса работ; Программы, проблемно ориентированные на выполнение определенных проектных процедур (пакет прикладных программ); Сервисное программное обеспечение. К п. 4 относится совокупность представленных в определенной форме данных, необходимых для выполнения автоматизированного проектирования. Массивы справочно-нормативной и технологической информации; Массивы информации об объекте проектирования. П. 5 делится на 3 группы: Языки программирования; Языки описания объектов проектирования; Языки управления проектным процессом. В состав п. 6 входят: Перечень участвующих в проектировании организаций; Форма представления результатов проектирования; Порядок рассмотрения проектных документов, необходимых для автоматизированного проектирования.

5.18. Классификация задач, решаемых при автоматизации проектирования ГЭС. Эффект от использования САПР.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Классификация задач при использовании САПР: Расчеты по формулам; Задачи математической оптимизации; Преобразование и обработка символьной информации; Преобразование и обработка графической информации; Выпуск технической документации; Анализ работы проектируемого объекта или его подсистемы (имитационное моделирование); Синтез оптимальных проектных решений на уровне объекта в целом. Виды проектирования: Неавтоматизированное (человек); Автоматизированное (человек + компьютер); Автоматическое (работы осуществляются практически без участия человека). Особенности САПР: Итерационный характер проектирования; Необходимость увязки отдельных разделов проектирования друг с другом; Наличие субъективных факторов, не поддающихся экономической оценке (пример: последствия создания водохранилища).

6.19. Понятие вытесняющей, рабочей, сезонной дублирующей и установленной мощности ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Понятия вытесняющей, рабочей, сезонной (дублирующей) и установленной мощности ГЭС. Определение мощности замещающей ТЭС: Вытесняющая – мощность, которая может заменить в ЭС установленную мощность другой электрической станции; Рабочая – максимальная мощность, с которой ГЭС работает в графике нагрузки ЭС ($P_{\text{раб.}} = P_{\text{уст.}} - \Delta P_{\text{рез}} (\approx 10\%)$). 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 ($P_{\text{уст.}} = 0$). Установленная – та мощность, которую может выдать оборудование ГЭС.

7.20. Этапы развития водного хозяйства.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Критерий: минимум расчетных затрат $\Sigma Z_{\text{ВХК}} \leq \Sigma Z_{\text{(зам.)}}$
 $Z_{\text{комплекс}} + Z_{\text{(сопутств. @ меропр.)}} \leq \Sigma Z_{\text{(зам.)}}$ Сопутствующими считаются мероприятия не включающиеся в смету, но возникающие в связи со строительством комплекса и необходимые для его эффективного использования: Гидроэнергетика – ЛЭП и ПС; Водный транспорт – транспортное освоение вдхр. (строительство портов

и пристаней, поддержка УНС – уровня навигационной сработки); Рыбное хозяйство – подготовка нерестилищ.

8.21. Физика приливов и отливов.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Прилив и отлив – периодические колебания уровня океана или моря, являющиеся результатом воздействия приливных сил Луны и Солнца. Приливные колебания имеют периодичность: полусуточные – 12 ч 24 мин; суточные – 24 ч 48 мин. (прилив сменяет отлив 4 раза в лунные сутки) (лунный месяц 29,53 суток) Величина прилива (A) и амплитуда прилива (A/2) существенно отличаются по времени: $(\square_{\square}(\square_{\square}\square_{\square})^{\square_{\square}\square_{\square}})=14,7 \text{ сут} - \frac{1}{2} \text{ лунного месяца}$ Характерные полусуточные приливы: Сизигийный прилив – max полусуточный прилив при полнолунии и новолунии; Квадратурный прилив – min полусуточный прилив в первой и третьей четверти Луны. Характерные суточные приливы: Тропический прилив – max суточный прилив при экстремальных склонениях Луны; Экваториальный прилив – min суточный прилив при нулевом склонении Луны. Апогей и перигей Луны: нахождение Луны в наиболее удаленной от Земли и в наиболее близкой к Земле точках орбиты, соответственно.

9.22. Теоретический и технический потенциал приливов.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Определение потенциальной мощности и валового потенциала створа ПЭС: Работа P, совершаемая приливом за приливно-отливный цикл:

$\square = \square/2 \cdot \square \cdot 10,05 \cdot [10]^{\wedge 6} \text{ [кДж]}$ где A – высота прилива; S – площадь отсеченного водоема; 10,05 – удельный вес морской воды [кН/м³]. Работа, совершаемая приливом за сутки: 3,87 P Потенциальная мощность прилива:

$\square_{\text{п}} = (3,87 \cdot \square^2 \cdot \square \cdot 10,05 \cdot [10]^{\wedge 6}) / (2 \cdot 24 \cdot 3600) = 225 \cdot \square_{\text{ср}}^2 \cdot \square, \text{ [кВт]}$ ((суточная работа)/(продолжительность суток)) Потенциальная энергия приливного бассейна: $\mathcal{E}_{\text{(пот.)}} = 8760 \cdot 225 \cdot \square^2 \cdot \square = 1,97 \cdot [10]^{\wedge 6} \cdot \square_{\text{ср}}^2 \cdot \square, \text{ [кВт} \cdot \text{ч]}$ Технический потенциал ПЭС оценивается $\approx 33,3\%$ потенциальной энергии, т.к. значительная ее часть не может быть использована вследствие снижения напора и других потерь энергии. Технический энергетический потенциал ПЭС:

$\mathcal{E}_{\text{(тех.)}} = 0,34 \cdot \mathcal{E}_{\text{(пот.)}} = 0,34 \times 1,97 \cdot 10^6 \cdot \square_{\text{ср}}^2 \cdot \square, \text{ [кВт} \cdot \text{ч]}$ или

$\mathcal{E}_{\text{(тех.)}} = 0,67 \cdot 10^6 \cdot \square_{\text{ср}}^2 \cdot \square, \text{ [кВт} \cdot \text{ч]}$ При A = 5,44 м оптимальный начальный напор 2,5 м, то в общем случае начальный напор: $\square_{\text{(нач.)}} = (2,5 \cdot \square) / 5,44 = 0,46 \cdot \square$

Расчетный расход, определенный в 250 м³/с, то в общем случае при площади бассейна S, км²: $\square = 250 \square / 5,44 \square = 46 \cdot \square \square$ Установленная мощность ПЭС (с учетом среднесизигийного прилива k = 1,23):

$\square_{\text{(уст.)}} = 7 \cdot \square \square = 7 \cdot 1,23 \cdot 46 \square_{\text{ср}} \cdot 1,23 \cdot 0,5 \square_{\text{ср}} = 243 \cdot \square_{\text{ср}}^2 \square, \text{ "[кВт]"}$

10.23. Приливные электростанции (ПЭС). Схемы и режимы работы ПЭС. Особенности компоновки зданий ПЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Приливная электростанция (ПЭС) – гидроэлектростанция, использующая для получения электроэнергии напор, образующийся между морем и отсеченным от него бассейном вследствие приливно-отливных колебаний уровня моря. Необходимые условия для создания ПЭС: Узкий залив; Большая площадь зеркала залива. Схема и режимы работы ПЭС: Однобассейновые: Одностороннего действия; Двухстороннего действия (а). Многобассейновые (б).

11.24. Алгоритмы работы ПЭС одностороннего и двухстороннего действия.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Алгоритм определения параметров режима работы ПЭС одностороннего действия: if $\square_{\square}^{\wedge}(\text{ПЭС}) \square [\square_{\square}(\text{пуск.})^{\wedge}(\text{агр.}), \square_{\square} \square_{\square}^{\wedge}(\text{агр.})]$ then $\square_{\square}^{\wedge}(\text{ПЭС}) \square [\square_{\square} \square_{\square}, \square_{\square} \square_{\square}]$ and $h_{\square}^{\wedge}(\text{басс.}) = h_{\square-1}^{\wedge}(\text{басс.}) - \Delta h(\square)$ $\square_{\square}^{\wedge}(\text{ПЭС}) = 0$ and if $h_{\square}^{\wedge}(\text{мор.}) < h_{\square-1}^{\wedge}(\text{басс.})$ then $h_{\square}^{\wedge}(\text{басс.}) = h_{\square-1}^{\wedge}(\text{басс.})$ $h_{\square}^{\wedge}(\text{басс.}) = h_{\square}^{\wedge}(\text{мор.})$ end if end if Для эффективной работы ПЭС должно соблюдаться соотношение: $\square_{\square} > \square_{\square}(\text{пуск.})^{\wedge}(\text{агр.})$ где $\square_{\square}$ - среднее значение амплитуды прилива. Алгоритм определения параметров режима работы ПЭС двухстороннего действия: if $|\square_{\square}^{\wedge}(\text{ПЭС})| \square [\square_{\square}(\text{пуск.})^{\wedge}(\text{агр.}), \square_{\square} \square_{\square}^{\wedge}(\text{агр.})]$ then $\square_{\square}^{\wedge}(\text{ПЭС}) \square [\square_{\square} \square_{\square}, \square_{\square} \square_{\square}]$ and if $\square_{\square}^{\wedge}(\text{ПЭС}) > 0$ then $h_{\square}^{\wedge}(\text{басс.}) = h_{\square-1}^{\wedge}(\text{басс.}) - \Delta h(\square)$ $h_{\square}^{\wedge}(\text{басс.}) = h_{\square-1}^{\wedge}(\text{басс.}) + \Delta h(\square)$ end if $\square_{\square}^{\wedge}(\text{ПЭС}) = 0$ end if Для эффективной работы ПЭС должно соблюдаться соотношение: $\square_{\square} > 2 \square_{\square}(\text{пуск.})^{\wedge}(\text{агр.})$ где $\square_{\square}$ - среднее значение амплитуды прилива.

12.25. Основные отличия малой гидроэнергетики от традиционной гидроэнергетики.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Малая гидроэнергетика (МГЭ) – использование механической энергии естественных и искусственных водотоков с помощью малых ГЭС. Малая ГЭС – промышленное предприятие, осуществляющее преобразование механической энергии водотоков в электроэнергию, отличающееся по традиционной ГЭС большей унификацией оборудования и автоматизацией производственного процесса. Источники энергетического потенциала малой гидроэнергетики: Открытые и закрытые водотоки (искусственного и естественного происхождения), ресурсы малых и средних рек, участки крупных рек; Малые ГЭС на существующих водохранилищах; Малые ГЭС на перепадах каналов: (канал им. Москвы, Волго-Балт); Промышленные, коммунально-бытовые, сельскохозяйственные и водохозяйственные системы.

13.26. Классификация малых ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Классификация малых ГЭС по различным параметрам: по установленной мощности: малая ГЭС: 1 – 25 МВт; мини-ГЭС: 100 кВт – 1 МВт; микро-ГЭС: менее 100 кВт. по напору: низконапорные: до 25 м; средненапорные: 25-60 м; высоконапорные: свыше 60 м. по схеме использования потенциала: плотинные (русловые и приплотинные); деривационные; бесплотинные (свободнопоточные гидроагрегаты, погружные, рукавные). по степени автоматизации: не автоматизированные; полу автоматизированные; полностью автоматизированные. по режиму работы; по отношению к энергосистеме: работа на автономного потребителя; работа на локальную энергосистему; работа на объединенную энергосистему.

14.27. Унификация оборудования и других проектных решений в малой гидроэнергетике.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Структура капитальных вложений при строительстве малых ГЭС: при строительстве малой ГЭС на существующем напорном фронте: ОЭО и ВО – около 55% от $\square_{\square}$ МГЭС; при строительстве малой ГЭС с полным комплексом ГТС: ОЭО и ВО – 20-30% от $\square_{\square}$ МГЭС. С целью сокращения капитальных затрат (по результатам технико-экономического расчета) производится упрощение компоновки и состава оборудования: Тип ОЭО: активные (ковшовые) и реактивные (поперечно-точные, радиально-осевые, пропеллерные) гидротурбины; Тип спиральной камеры: (определяется напором) до 6 м – прямоугольная открытая; 6-20 м – прямоугольная закрытая; свыше 20 м – металлическая. Тип отсасывающей трубы: мал. мощность и

положительная высота отсасывания – прямоосная; отрицательная высота отсасывания – изогнутая. Отказ от системы регулирования: два режима (вкл/выкл), введение балластной нагрузки; Электротехническое и иное оборудование: Генератор (синхронный-, асинхронный генератор); Редуктор (соотношение между габаритами здания и мех. потерями); ОРЗ и ЭУУ (АСУ ТП МГЭС); Трансформаторы.

15.28. Модульные решения малых ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Микро-ГЭС рукавного типа: Эффективны для использования в горных районах (со значительными уклонами дна рек и большими скоростями потоков). Преимущества: простота устройства (не требуются сооружение плотины и здания ГЭС); возможна транспортировка с места на место; быстрый монтаж с малыми трудозатратами. Сифонные малые ГЭС: гидроэлектростанция, использующая в качестве водоподводящих сооружений сифон. Сифон – изогнутый напорный водовод с коленами разной длины, по которой жидкость поступает из сосуда с более высоким уровнем в сосуд с более низким уровнем жидкости.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ГПК-1} Применяет фундаментальные и прикладные знания для решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере)

Вопросы, задания

- 1.15. Особенности выбора оборудования ГАЭС. Расчетный напор ГАЭС и его определение.
16. Охрана водных ресурсов от загрязнения и истощения. Показатели состояния вод. Учет качества воды при проектировании ГЭС.
17. САПР ГЭС. Назначение САПР ГЭС. Структура системы автоматизированного проектирования.
18. Классификация задач, решаемых при автоматизации проектирования ГЭС. Эффект от использования САПР.
19. Понятие вытесняющей, рабочей, сезонной дублирующей и установленной мощности ГЭС.
20. Этапы развития водного хозяйства.
21. Физика приливов и отливов.
22. Теоретический и технический потенциал приливов.
23. Приливные электростанции (ПЭС). Схемы и режимы работы ПЭС. Особенности компоновки зданий ПЭС.
24. Алгоритмы работы ПЭС одностороннего и двухстороннего действия.
25. Основные отличия малой гидроэнергетики от традиционной гидроэнергетики.
26. Классификация малых ГЭС.
27. Унификация оборудования и других проектных решений в малой гидроэнергетике.
28. Модульные решения малых ГЭС.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Каскадное регулирование стока водохранилищами ГЭС

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Каскад ГЭС – совокупность гидроэлектростанций, расположенных на одном водотоке и в одном бассейне, а также в разных бассейнах, но связанных единством водного режима. Отдельные ступени каскада могут быть связаны гидрологически, гидравлически, водохозяйственно и электрически. Особенности каскадной схемы регулирования: Различный цикл регулирования на водохранилищах каскада Различный класс сооружений гидроузлов Различные требования водохозяйственного комплекса Эффективность длительного

регулирования (годового, многолетнего) оценивается с помощью коэффициента регулирования α (отношение зарегулированного расхода или расхода ГЭС с среднемноголетнему расходу реки (норма расхода))

2.2. Гидравлическое компенсирующее регулирование стока при работе ГЭС в каскаде.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Гидравлическое компенсирующее регулирование Если между двумя водохранилищами ГЭС имеется боковая приточность $\square$ (бок.) и верхнее водохранилище имеет большую регулируемую возможность (α), то неравномерность бокового притока возможно компенсировать попуском из верхнего водохранилища. Регулирующее (1) и регулируемое (2) водохранилище.

3.3. Электрическое компенсирующее регулирование стока при работе ГЭС в энергосистеме.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Электрическое (межбассейновое) компенсирующее регулирование Используется для выравнивания выработки электроэнергии ГЭС, расположенными на разных водотоках, имеющими между собой несовпадение во времени (асинхронность) режима стока. Регулирующее (1) и регулируемое (2) водохранилище.

4.4. Выбор основного энергетического оборудования. Задачи выбора и требования к выбору.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Основное энергетическое оборудование (ОЭО) ГЭС: Гидротурбина (ГТ) + Гидрогенератор (ГГ) При выборе ОЭО ГЭС определяется: выбор оптимального типа ГТ и ГГ; выбор оптимального числа гидроагрегатов (ГА); определение $\square_{PK}$ ($\square_1$, м); определение n , об/мин; определение заглубления гидроагрегата $\square_{\square}$, м по условиям его бескавитационной работы. При выборе ОЭО уточняются следующие параметры: $\square_{уст}^{ГЭС}$; $\mathcal{E}_{ГЭС}$, полученная по ВЭР при осредненном $\square_{ГЭС}$; Капиталовложения и срок монтажа оборудования. Задача выбора ОЭО: определение типов и параметров ОЭО, обеспечивающих развитие энергосистемы за счет проектируемой ГЭС с минимальными затратами на строительство и максимальной прибылью при эксплуатации. Критерий выбора ОЭО: $\min$ суммарных приведенных затрат по энергосистеме. Условия выбора ОЭО: Выбранные параметры должны обеспечивать эксплуатацию агрегатов и станции в целом во всех допустимых режимах работы с $\max$ КПД; Минимизация числа ГА при максимизации их мощности, что приводит к: увеличению КПД ГА с учетом масштабного эффекта; снижению стоимости ОЭО; сокращению сроков изготовления и монтажа ОЭО; сокращению численности эксплуатационного персонала ГЭС.

5.5. Выбор гидротурбин по номенклатурным графикам.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Для каждого рассматриваемого типа турбин наметить варианты $\square_1$, м и $\square$, об/мин, при которых в области допустимых режимов по Q и N проектируемая ГЭС работала бы с $\max$ КПД при $\min$ заглублении и количестве ГА. Для известного диапазона изменения напора [$\square_{\square\square\square}$; $\square_{\square\square\square}$] по справочным данным подбираются все возможные типы гидротурбин, для которых $\square_{(пред.)} \geq \square_{\square\square\square}$ и соотношение $\square_{\square\square\square} / \square_{\square\square\square}$ не более фактического отношения.

6.6. Выбор гидротурбин по главным универсальным характеристикам.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Главная универсальная характеристика гидротурбины (ГУХ ГТ): Семейство функций двух переменных $[\eta']_{\Omega}$ и $[\eta']_{\Omega}$ - приведенной частоты вращения и приведенного расхода (полученные для геометрически подобных ГТ с $\Omega_1 = 1$ м и $H = 1$ м): $\eta = \eta(\eta'_{\Omega}; \eta'_{\Omega})$ - КПД модельной турбины; $\eta = \eta(\eta'_{\Omega}; \eta'_{\Omega})$ - коэффициента кавитации; $\eta_0 = \eta(\eta'_{\Omega}; \eta'_{\Omega})$ - степени открытия направляющего аппарата; $\eta = \eta(\eta'_{\Omega}; \eta'_{\Omega})$ - угла установки лопастей РК (для ПЛ и ПЛД ГТ). Главные универсальные характеристики (ГУХ) используются при подборе натурных турбин, а также при построении рабочих и эксплуатационных характеристик турбин.

7.7. Выбор заглубления оборудования по условиям его бескавитационной работы.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Отметка расположения РК ГТ для обеспечения ее бескавитационной работы определяется по формуле: $\eta_{\text{РК}} = \eta_{\text{НБ}}(\eta_{\text{НБ}}) + \eta_{\text{НБ}}$ Расчетное значение высоты отсасывания $\eta_{\text{НБ}}$ определяется наиболее неблагоприятным с точки зрения кавитации режимом работы ГТ оборудования (определяется по кавитационной характеристике – совмещение $\eta_{\text{НБ}}(\eta_{\text{НБ}})$ и $\eta_{\text{НБ}}(\eta_{\text{НБ}})$ при различном числе работающих агрегатов ГЭС). Наиболее опасные с т.з. кавитации режимы (требующими наибольшего заглубления): работа одного агрегата с установленной мощностью при отметке НПУ; работа ГЭС с установленной мощностью при отметке НПУ; работа всех агрегатов с установленной мощностью при $\eta_{\text{р}}^{\eta}$. Для данных режимов производится определение высоты отсасывания $\eta_{\text{НБ}}$ и выбирается значение, обеспечивающее бескавитационную работу во всех режимах.

8.8. Построение энергетических характеристик гидроагрегата и ГЭС в целом.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Расчет рабочей и расходной характеристик производится на основании главной универсальной характеристики модели выбранной гидротурбины и рабочей характеристики гидрогенератора. В графах указаны значения открытия направляющего аппарата модели, КПД модели, приведенного расхода и угла разворота лопастей, определяемые по главной универсальной характеристике модели в точках пересечения линии η_1 , соответствующих напорам H_{min} , H_{max} и $H_{\text{рН}}$ с изолиниями α_0 и ϕ . Результаты расчета характеристики $H_S = f(N_a)$. В графах 1, 2 и 3 указаны значения коэффициента кавитации σ , КПД модели и приведенного расхода, определяемые по универсальной характеристике в точках пересечения выше рассмотренных линии η_1 с изолиниями σ . В графах 4, 7, 8, 9 и 10 представлены расчетные значения расхода, КПД агрегата, мощности натурной турбины, значение КПД генератора и значение мощности агрегата. В графе 5 указано значение $Z_{\text{НБ}}(Q_a)$, определяемое по кривой связи нижнего бьефа. В графе 6 записывается значение высоты отсасывания, вычисляемое. Для построения эксплуатационной характеристики агрегата используются рабочие характеристики агрегата и вспомогательные характеристики $\alpha_0(N_a)$, (N_a) , $H_S(N_a)$. Эксплуатационная характеристика строится путем рассечения рабочей характеристики агрегата при $\alpha_i = \text{const}$, в результате чего получают координаты изолиний КПД на эксплуатационной характеристике.

9.9. Правила управления режимом работы водохранилищ ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Промежуток времени от начала сработки водохранилища с $\eta_{\text{НПУ}}$ до $\eta_{\text{УМО}}$, а затем снова до $\eta_{\text{НПУ}}$ называется циклом регулирования вдхр. В

зависимости от продолжительности $\square_{\text{нб}}$ (регулируем.) различают: краткосрочное (суточное, недельное); длительное (сезонное, годовое и многолетнее).

10.10. Пропуск максимальных расходов через гидроузлы. Порядок расчетов. Моделирование расчетного гидрографа.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Порядок расчета: Подбор исходной информации для проведения расчета: Расчетный гидрограф притока принятый с заданной вероятностью превышения; Характеристика пропускной способности гидроузла в зависимости от характеристик ВБ (наличия поверхностных водосливов и донных водосборов; характеристики пропускной способности ГЭС; пропускной способности шлюза); Характеристики ВБ и НБ гидроузла в зависимости от расхода; Правило управления режимом работы водохранилища (до наполнения водохранилища до $\square_{\text{нпу}}$; после превышения уровня ВБ $\square_{\text{нпу}}$); Критерий работы водохранилища: Минимализация расхода в НБ ($\square_{\text{нб}} \rightarrow \square_{\text{нпу}}$) Минимализация $\square_{\text{вб}}$ ($\square_{\text{нб}} \rightarrow \square_{\text{нпу}}$) [в ВБ нельзя ничего топить] Моделирование расчетного гидрографа весеннего половодья 0,1 – расчетный случай 0,01 – проверочный случай $\square_1 = \square_{\text{расч}}(\square, \%) / \square_{\text{факт}}$ $\square_2 = (\square_{\text{нб}}(\square, \%) - \square_{\text{расч}}(\square, \%)) \cdot 86400 / (\square_{\text{факт}} \cdot 86400)$ $\square_3 = (\square_{\text{нб}}(\square, \%, 90 \text{ дней}) - \square_{\text{расч}}(\square, \%, 10 \text{ дней})) / (\square_{\text{нб}}(\square, \%, 90 \text{ дней}) - \square_{\text{расч}}(\square, \%, 10 \text{ дней}))$ $\Delta \square_{\text{нб}}(\square, \%) = (\square_{\text{нб}}(\square, \%, \text{пр.}) - \square_{\text{расч}}(\square, \%, \text{пр.})) \cdot \square_{\text{нб}}(\square, \%, \text{пр.})$, где: $\square$ – коэффициент гидрологической изученности $\square_{\text{нб}}(\square, \%, \text{пр.})$ – число лет наблюдений за стоком с учетом приведения к длительному ряду $\square_{\text{нб}}(\square, \%)$ – расчетное значение необходимой вероятности превышения расхода $\Delta \square_{\text{нб}}(\square, \%) = 1,2 - 1,25 \cdot \square_{\text{нб}}(\square, \%)$ – гарантированная поправка для сооружений I-го класса $\square_{\text{нб}}(\square, \%)$ – поправка на вид теоретической кривой обеспеченности

11.11. Зимний режим рек. Затопы и заборы на реках. Учет особенностей зимнего режима при проектировании ГЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Зимний период определяется с момента перехода температуры воздуха через 0°C и ниже до полного очищения реки ото льда. Особенности: Переход с поверхностного к подземному питанию реки (зимний сток – 8-12% от среднегогодового); Наличие поверхностного и внутриводного льда (шуга, донный лед); Отличие режима уровней реки в зимних условиях от летних при одинаковых расходах. Зимний период делится на три фазы: Льдообразование (температура воздуха переходит через 0°C , турбулентное движение воды, происходит охлаждение, температура падает, лед начинает образовываться на дне реки при $V < 0,5-0,6 \text{ м/с}$); Ледостав; Вскрытие. Процесс льдообразования: Льдообразование начинается у берегов, из-за меньшей глубины потоков более быстрое образование льда; Шуга (кристаллы льда во взвешенном состоянии) движется по водной поверхности и находится во взвешенном состоянии в толще воды; Переохлажденная вода примерзает к дну, образуется донный лед; Дно реки имеет положительную температуру, донный лед подтаивает и всплывает. Образование льда начинается в части реки с наименьшими скоростями течения (у берегов скапливается шуга, образуется лед) → наступает ледостав. Забор – закупорка живого сечения реки в период осеннего ледохода (происходит в местах сужения реки). Приводит к осенним наводнениям. Даты установления ледяного покрова меняются год от года и зависят от: Температуры воздуха; Расхода воды. Влияние создания водохранилищ на процесс ледостава: Ниже ГУ, образующего водохранилище: ледостав наступает позже, чем в естественных условиях (ГЭС либо водосливная плотина сбрасывает в НБ теплую воду); вскрытие реки происходит позже. В водохранилище: позже происходит ледостав (из-за более высокой температуры воды); вскрытие водохранилища происходит позже (из-за отсутствия

ледохода – лед не уходит вниз по реке и тает в водохранилище). Лед в водохранилищах оказывает давление на ГТС – 20-50 т/пм.

12.12. Выбор расчетных гидрологических условий для проектирования ГЭС, работающих в Единой Энергетической системе России.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Порядок расчета: Для всех существующих, строящихся и проектируемых ГЭС энергетической системы устанавливаются гидрологические характеристики стока исходя из совместного периода наблюдений за стоком на всех ГЭС энергетической системы; Определяется расчетный ход изменения энергетической отдачи ГЭС на существующих и проектируемых ГЭС энергетической системы; По полученным значениям энергетической отдачи строятся кривые обеспеченности зарегулированной энергетической отдачи всех ГЭС (годовые, сезонные, меженные).

13.13. ГАЭС. Классификация ГАЭС. КПД ГАЭС.

Ответы:

Ответ возможно найти в лекциях по курсу.

Верный ответ: Гидроаккумулирующая электростанция – гидроэлектростанция, работающая на воде, перекачиваемой из НБ в ВБ. Функция: перераспределение во времени электроэнергии, вырабатываемой ТЭС и АЭС, работающими в базисном режиме, в соответствии с графиком нагрузки энергосистемы. Классификация: По схемам аккумулярования ГАЭС простого аккумулярования - или «чистые» ГАЭС, характерным признаком которых является практически полное отсутствие притока воды в верхний водоем. Такая схема используется на большинстве ГАЭС (например, Загорская ГАЭС – 1200 МВт). ГАЭС смешанного типа - или ГЭС-ГАЭС, с притоком воды в верхний водоем, при сработке которого в турбинном режиме обеспечивается дополнительная выработка электроэнергии. ГАЭС с неполной высотой подкачки воды в верхний водоем. Такие ГАЭС используются при переброске стока из одной реки в другую путем закачки воды насосной станцией в верховой водоем на водоразделе и сброса ее через агрегаты ГЭС в низовой водоем на другой реке, а также при устройстве на реке двух рядом расположенных водохранилищ с перекачкой воды агрегатами ГАЭС из верхнего водохранилища на реке в самый верхний водоем, размещенный на более высоких отметках, и сбросом воды через агрегаты ГАЭС в нижнее водохранилище на реке. Коэффициент полезного действия ГАЭС (КПД цикла) для ГАЭС простого аккумулярования характеризуется отношением энергии $\mathcal{E}_t$, выработанной в турбинном режиме, к энергии $\mathcal{E}_n$, затраченной в насосном режиме: КПД цикла ГАЭС учитывает все потери энергии в течение цикла, включая КПД гидросилового оборудования (гидравлических и электрических машин) и гидравлические потери в водоводах, проточном тракте здания ГАЭС в турбинном и насосном режимах.

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.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на вопросы билета не дан или дан преимущественно неправильно.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка за Часть №2 по курсу "Проектирование ГЭС" выставляется по результатам экзамена.

Для курсового проекта/работы:

2 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Производится итоговая проверка записки по курсовому проекту и задаются вопросы по выполнению отдельных частей курсового проекта.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект выполнен полностью, отдельные части курсового проекта выполнены корректно и связаны между собой.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект выполнен полностью, отдельные части курсового проекта выполнены корректно и связаны между собой. В работе могут иметься отдельные недостатки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект выполнен полностью, отдельные части курсового проекта выполнены корректно и связаны между собой. В работе могут иметься существенные недостатки.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект выполнен неполностью, отдельные части курсового проекта выполнены некорректно и/или не связаны между собой.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за курсовой проект выставляется на основании оценок за выполнение отдельных частей курсового проекта, полученных студентом в течение семестра, и на основании оценки за защиту курсового проекта.