

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено на заседании
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 30.08.2024 № 1-8/2024

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

Атомные электростанции

название дисциплины

для направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код и название направления подготовки

образовательная программа

Электроэнергетические системы АЭС

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2024 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Атомные электростанции» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, по освоению программы данной дисциплины.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Атомные электростанции» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной учебной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной учебной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам изучения последующих специальных дисциплин и будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной учебной дисциплины.

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

1.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими знаниями, умениями и навыками по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП Содержание компетенций*	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-4	Способен соблюдать и оценивать параметры пусковых режимов оборудования с обеспечением своевременного и безопасного включения его в работу	З-ПК-4 Знать: главные схемы и схемы собственных нужд электростанции, способов обеспечения нормальных режимов работы оборудования и предотвращения и/или ликвидации ненормальных и аварийных режимов; У-ПК-4 Уметь: выполнять требования нормативно-технической документации, организовывать и контролировать процесс выполнения работ подчиненным оперативным персоналом смены цеха при вводе в работу турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов; В-ПК-4 Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа
ПК-1.1	Способен управлять качеством процессов эксплуатации электроэнергетических систем АЭС	З-ПК-1.1 Знать: процессы эксплуатации электроэнергетических систем АЭС; У-ПК-1.1 Уметь: управлять качеством процессов эксплуатации электроэнергетических систем

		АЭС; В-ПК-1.1 Владеть: правилами управления качеством процессов эксплуатации электроэнергетических систем АЭС
ПК-5	Способен организовывать, координировать и руководить деятельностью подчиненного персонала в соответствии с требованиями должностных инструкций.	З-ПК-5 Знать: устав о дисциплине работников организаций атомной энергетики, основы управления персоналом; У-ПК-5 Уметь: контролировать выполнение трудовых функций, регламентов, эксплуатационных и должностных инструкций, требований нормативно-технической документации, приказов и распоряжений руководства подчиненными работниками; В-ПК-5 Владеть: навыками управления подчиненным персоналом в соответствии с положениями о взаимоотношении разных уровней диспетчерского управления.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются базовые знания и умения. Студент воспроизводит термины, понятия, факты, методы, принципы и правила; решает учебные задачи по аналогии с типовыми;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в типовые задачи, переносит знания и умения на новые условия
- **завершающий** этап – на этом этапе студент осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает умениями и навыками по дисциплине в рамках данной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении нестандартных задач повышенной сложности.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане

1.3. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 7 семестр			

1.	Типы АЭС и их основное оборудование. Выбор параметров. Тепловая экономичность АЭС. Место АЭС в энергосистеме. Регенерация на АЭС. Водно-химический режим в контурах ЯЭУ Реакторные установки. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы.	3-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4; 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1; 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5	Контрольная работа (комплект вопросов).
2	Выбор параметров. Тепловая экономичность АЭС. Регенерация на АЭС. Реакторные установки. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы. Техническое водоснабжение. Конденсационные и деаэрационно-питательные установки АС. Схемы конденсато-очистки.		Семинарские занятия (типовые задания для семинарских занятий). Методические рекомендации.
Промежуточный контроль, 7 семестр			
	Выбор параметров. Тепловая экономичность. Регенерация на АЭС. Реакторные установки. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы. Конденсационные и деаэрационно-питательные установки АС. Техническое водоснабжение. Активация и дезактивация на АЭС. Радиоактивные отходы на АЭС.	3-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4; 3-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1; 3-ПК-5; У-ПК-5; В-ПК-5	Экзамен Комплект вопросов к экзамену, экзаменационные билеты.
Всего:			

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	творческая деятельность	<i>включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно/ Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы.		0-59	Неудовлетворительно

	Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		Не зачтено
--	--	--	------------

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение Ядерной физики и технологий

Направление	13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Программа	«Электроэнергетические системы АЭС»
Дисциплина	Атомные электростанции

Комплект заданий для контрольной работы

1. Ядерные энергетические установки (ЯЭУ). Типы ЯЭУ. Требования, предъявляемые к основному оборудованию ЯЭУ разных типов.
2. Какие типы теплоносителей используются в ЯЭУ? Основные характеристики водного теплоносителя.
3. Основные требования, предъявляемые к теплоносителям ЯЭУ. Основные характеристики газовых теплоносителей.
4. Что такое термический к.п.д. цикла? В каких случаях можно записать его выражение через начальную и конечную температуры цикла? Какие параметры влияют на величину к.п.д. цикла?
5. Что такое регенерация теплоты в рабочих циклах? Как она осуществляется технически?
6. До какой температуры можно нагреть питательную воду за счет регенеративного подогрева? Как выбирают ее оптимальную величину?
7. Что такое степень регенерации? Что такое энергетический коэффициент? Приведите необходимые пояснения.
8. Запишите выражение термического к.п.д. цикла с регенерацией через термический к.п.д. цикла без регенерации. Условие повышения термического к.п.д. цикла с регенерацией. Дайте необходимые пояснения.
9. Выбор и обоснование начальных параметров рабочего цикла для ЯЭУ с реактором типа РБМК.
10. Выбор и обоснование начальных параметров рабочего цикла для ЯЭУ с реактором типа ВВЭР.
11. Выбор и обоснование начальных параметров рабочего цикла для ЯЭУ с реактором БН-600.
12. Выбор конечных параметров рабочих циклов. Дать необходимые комментарии и пояснения.

13. Показатели тепловой экономичности: коэффициенты полезного действия, удельные расходы теплоты и пара.
14. Графики электрических и тепловых нагрузок. Коэффициенты наполнения графиков.
15. Графики электрических нагрузок. Энергосистемы. Место АЭС в покрытии графиков электрических нагрузок.
16. Обоснование необходимости использования регенеративного подогрева в циклах ЯЭУ.
17. Оптимальные параметры регенеративного подогрева при произвольном числе регенеративных подогревателей в технологической схеме ЯЭУ.
18. Особенности водно-химического режима 1 контура ВВЭР.

Контрольная работа предполагает рассмотрение одного/двух вопросов по контролируемым темам и представляется, как правило, в письменной форме.

Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Отлично 90-100	– материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью; – материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; – точно и профессионально используется терминология; – продемонстрировано умение описать работу основных технологических систем на примере энергоблоков с разными типами реакторов; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов; – работа подготовлена в отведенное время, с необходимыми пояснениями; – продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; – допущены одна – две неточности, не искажающие сути ответа на рассматриваемые вопросы.
Хорошо 75-89	– материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированно и последовательно; - продемонстрировано умение в целом правильно описать работу основных технологических систем на примере энергоблоков с разными типами реакторов; – продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – продемонстрировано усвоение основной литературы; – работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: - в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; - допущены один – два недочета при освещении основного материала вопроса

Удовлетворительно 60-74	–неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; –допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; - выявлены пробелы в знаниях по основным системам и оборудованию АЭС; – продемонстрировано усвоение основной литературы.
Неудовлетворительно Менее 60	– ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; – допущены грубые ошибки в описании работы основных технологических систем, или работа систем и оборудования АЭС описана неверно; – лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение Ядерной физики и технологий

Направление	13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Программа	«Электроэнергетические системы АЭС»
Дисциплина	Атомные электростанции

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Выбор и обоснование начальных и конечных параметров рабочего цикла для АЭС с разными типами реакторов.
2. Обоснование необходимости использования регенеративного подогрева в схемах АЭС. Влияние степени регенерации и числа регенеративных подогревателей на к.п.д. цикла с регенерацией.
3. Оптимальное число регенеративных подогревателей в схемах ЯЭУ. Оптимальные параметры регенеративного подогрева при произвольном числе подогревателей в тепловой схеме.
4. Реакторная установка ВВЭР-1000. Состав, основные технические характеристики.
- 5 Система компенсации давления блока с реактором типа ВВЭР-1000; назначение, состав, принцип работы.
- 6 Система подпитки-продувки блока ВВЭР-1000; назначение, состав, принцип работы.
- 7 Система аварийного охлаждения активной зоны ВВЭР-1000 – пассивная часть. Назначение, состав, принцип работы.
- 8 Система аварийного и планового расхолаживания ВВЭР-1000. Назначение, состав, принцип работы.
- 9 Система аварийного ввода бора ВВЭР-1000. Назначение, состав, принцип работы.
- 10 Спринклерная система ВВЭР-1000. Назначение, состав, принцип работы.
- 11 Система аварийной питательной воды парогенераторов блока ВВЭР-1000. Назначение, состав, принцип работы.
- 12 Система продувки и дренажей парогенератора ВВЭР-1000. Назначение, состав, принцип работы.
- 13 Паропроводы острого пара двухконтурной ЯЭУ и защита ПГ и второго контура от превышения давления.
- 14 Реакторная установка РБМК-1000. Состав, основные технические характеристики. Схема КМПЦ.
- 15 Схема металлоконструкций реактора типа РБМК-1000.
- 16 Газовый контур РБМК-1000. Назначение, состав, принцип работы.
- 17 Система продувки и расхолаживания РБМК-1000. Назначение, состав, принцип работы.
- 18 Система аварийного охлаждения реактора РБМК-1000. Назначение, состав, принцип работы.
- 19 Система локализации аварий РБМК-1000. Назначение, состав, принцип работы.
- 20 Конденсационная установка. Назначение, состав и принципиальная схема.
- 21 Необходимость отсоса неконденсирующихся газов из конденсатора.
- 22 Схема включения основных эжекторов.
- 23 Система технического водоснабжения. Типы систем технического водоснабжения. Основные потребители технической воды.
- 24 Влияние температуры охлаждающей воды и кратности охлаждения на давление в конденсаторе.
- 25 Включение конденсатных насосов и БОУ в схему ЯЭУ.
- 26 Система основного конденсата. Схемы слива конденсата греющего пара, их сравнение между собой.

- 27 Деаэратор, назначение, типы деаэраторов, принцип термической деаэрации. Схема обвязки деаэратора.
- 28 Система питательной воды.
- 29 Испарители в схемах АЭС.
- 30 Вентиляционные установки. Основы проектирования вентиляции.
- 31 Теплофикационная установка АЭС.
- 32 Обращение с твердыми радиоактивными отходами на АЭС.
- 33 Обращение с жидкими радиоактивными отходами на АЭС.
- 34 Обращение с газообразными радиоактивными отходами на АЭС.

Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Отлично 90-100	- полно раскрыто содержание материала экзаменационного билета – материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; - продемонстрировано глубокое знание материала программы курса (части курса) – точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; – ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; – продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; – продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; – допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию
Хорошо 75-89	– вопросы экзаменационного билета изложены систематизированно и последовательно; – продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – продемонстрировано усвоение основной литературы; – ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: - в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - допущены один – два недочета при освещении основного содержания вопроса, исправленные по замечанию преподавателя; - допущены ошибка или более двух недочетов при освещении материала вопроса, которые могут быть относительно просто исправлены по замечанию преподавателя.
Удовлетворительно 60-74	- неполно и непоследовательно раскрыто содержание материала вопроса (вопросов) билета, однако показано общее понимание вопросов и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; – даны удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы; – имелись затруднения или допущены ошибки в определении

	понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; – выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков; – продемонстрировано усвоение основной литературы.
Неудовлетворительно Менее 60	– не раскрыто основное содержание программного материала; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании компетенций курса АЭС; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов. – не сформированы компетенции, умения и навыки.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение Ядерной физики и технологий

Направление	<u>13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»</u>
Программа	<u>«Электроэнергетические системы АЭС»</u>
Дисциплина	<u>Атомные электростанции</u>

Типовые задачи для рассмотрения на семинарских занятиях

1 Задача №1.

В результате изменения условий эксплуатации реактора типа ВВЭР-1000 средняя температура теплоносителя на выходе из реактора уменьшилась на 5°C при неизменной тепловой мощности. Как изменится термический К.П.Д. цикла, если:

- а) расход теплоносителя не изменился;
- б) расход теплоносителя увеличился в 1,5 раза.

Принять, что в исходном состоянии средний подогрев теплоносителя по а.з. составлял 30°C .

Задача №2.

Оцените изменение расхода пара на турбоустановку энергоблока с реактором ВВЭР-1000 при уменьшении степени регенерации на 29%. Тепловая мощность не меняется.

Принять: давление в деаэраторе $P_d = 0,7 \text{ МПа} = \text{const}$, давление в ПГ $P_0 = 6,5 \text{ МПа} = \text{const}$, давление в конденсаторе $P_k = 0,004 \text{ МПа} = \text{const}$, температура конденсата после конденсатора $t_k = 30^{\circ}\text{C}$ продувка ПГ $p = 0,01$, температура питательной воды в номинальном режиме $T_{\text{пв}} = 220^{\circ}\text{C}$, температура острого пара $t_0 = 280^{\circ}\text{C}$.

Задача №3.

Оценить качественно изменение паропроизводительности энергоблока с реактором типа РБМК-1000 при изменении давления в барабан-сепараторах $ДД_0 = f(P_{БС})$.

Принять постоянными: расход циркуляции $Д_ц$ в контуре многократной принудительной циркуляции (КМПЦ), относительный расход продувки КМПЦ в системе продувки и расхолаживания (СПИР) $p = Д_{СПИР}/Д$, Тепловую мощность реактора Q_m . Считать также постоянными энтальпии питательной воды $h_{пв}$ и возвращаемой в КМПЦ воды продувки $h_{пр}$. Считать любой рассматриваемый режим с измененным давлением стационарным.

Задача №4.

Оцените изменение температуры воды во всасывающем коллекторе ГЦН контура МПЦ АЭС с реактором типа РБМК, а также давления в основном конденсаторе турбоустановки:

а) при скачкообразном изменении влажности окружающего воздуха от 60% до 80%. Относительный предел испарительного охлаждения воды считать равным 7°C . Считать справедливой зависимость температуры смоченного термометра от влажности воздуха ϕ :

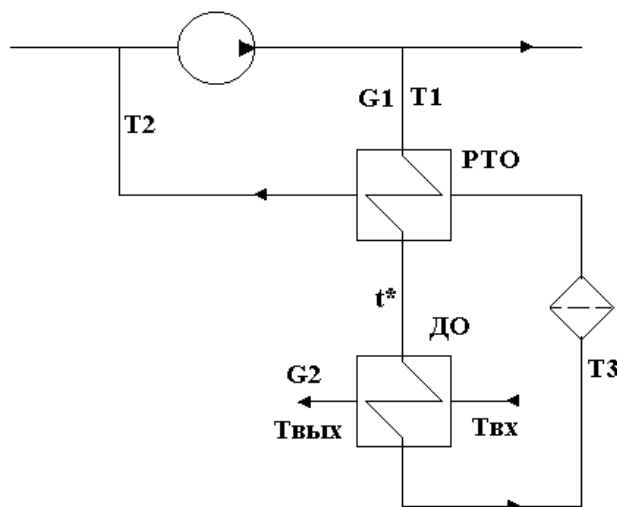
$$t_{см} = t_{возд} - \frac{100 - \phi}{240} (t_{возд} + 10), ^{\circ}\text{C}$$

Принять температуру окружающего воздуха $t_{возд} = 15^{\circ}\text{C}$.

б) при повышении давления в деаэраторе на $0,1 \text{ МПа}$. Считать, что автоматика АСУ ТП перерегулировку параметров не производит.

Принять: Исходное давление в деаэраторе равно $0,7 \text{ МПа}$, среднее паросодержание на выходе ТК равно 14.5%.

Задача №5.



Для изображенной схемы байпасной очистки теплоносителя найти в общем случае значение температуры T_2 , а также отношение расходов G_1/G_2 , считая заданными величины G_1 , t_1 , t_3 . Принять, что площади теплообмена РТО и ДО

отличаются в « m » раз ($F_{\text{РТО}} F_{\text{ДО}} = m$); осредненные коэффициенты теплопередачи при противоточном движении теплоносителя в этих теплообменниках равны между собой: $k_{\text{РТО}} = k_{\text{ДО}}$, а температурные напоры в доохладителе ДО равны:
— на входе по охлаждающей воде 20°C ;
— на выходе 30°C .

Задача №6.

Определить качественно потерю $\Delta N_{\text{эл}}$ выработки электроэнергии на АЭС при отключении одного циркуляционного насоса (ЦН) технической воды, идущей на охлаждение конденсаторов турбин. Считать, что на конденсаторы каждой турбины работает по 2 ЦН; всего турбин на АЭС – n шт.

Рассмотреть варианты:

- а) перераспределение расходов тех. воды по конденсаторам не производится;
- б) производится перераспределение тех. воды с обеспечением одинаковых ее расходов по всем конденсаторам АЭС.

Рассчитать количественно отношение $\Delta N_{\text{эл}}^{\text{а}} / \Delta N_{\text{эл}}^{\text{б}}$ для $n=2$; $n=4$; $n=6$. Считать потерю расхода на блоке из 2-х ЦН при останове одного насоса 50%. Расход пара на турбину считать постоянным.

Задача №7.

Оцените изменение термического КПД цикла на АЭС с реактором типа ВВЭР-1000 при переходе к активной зоне без гидравлического профилирования (при прочих равных условиях, в частности при сохранении запаса Δt_z до кипения во всех кассетах и общего расхода теплоносителя па а.з.). Гидравлическое профилирование осуществляется по критерию одинакового подогрева во всех кассетах активной зоны. Необходимые параметры взять как для серийного блока В-320.

Задача №8.

Оцените изменение термического КПД цикла на АЭС с реактором типа ВВЭР-1000 в предположении затрат на собственные нужды энергоблока при замене циркониевых оболочек ТВЭЛОВ $\lambda_{\text{ЗГ}} = 20,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{гр})$, на оболочки с $\lambda = 10 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{гр})$ (при прочих равных условиях и сохранении критичности зоны). Считать при этом, что лимитирующим мощность реактора параметром является температура топлива. Температуру внутренней поверхности циркониевой оболочки на уровне середины активной зоны принять равной $t_1 = 370^{\circ}\text{C}$, коэффициент теплоотдачи равен $2 \cdot 10^4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, Температура теплоносителя на входе в а.з. 290°C .

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение Ядерной физики и технологий

Направление	13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Программа	«Электроэнергетические системы АЭС»
Дисциплина	Атомные электростанции

Примеры заданий для выполнения расчетно-графической работы (курсовой проект)

Задание на курсовое проектирование

Разработать проект АЭС с энергоблоком электрической мощностью N_e , МВт (тепловой мощностью реактора N_T , МВт). Паропроизводительная установка – двухконтурная с водо-водяным реактором под давлением (одноконтурная с водо-графитовым реактором типа РБМК, трехконтурная с реактором на быстрых нейтронах). В рабочем цикле предусмотрен промежуточный перегрев пара (высокотемпературный перегрев пара).

Энергоблок с реактором типа ВВЭР.

Параметры первого контура:

- давление в первом контуре	P_1 , МПа
- температура теплоносителя на входе в активную зону	$T_{вх}$, °C
- температура теплоносителя на выходе из активной зоны (подогрев по активной зоне)	$T_{вых}, (\Delta T_{аз})$, °C

Параметры рабочего контура:

- давление перегретого пара	P_2 , МПа
- температура питательной воды	$T_{п.в.}$, °C
- температура промежуточного перегрева	$T_{пп}$, °C
- перепад давления в СПП	$\Delta P_{СПП}$, МПа
- давление в деаэраторе	P_d , МПа
- давление в конденсаторе	P_k , МПа

- мощность теплофикационной установки $N_{ТФУ}$, ГДж/час
- температурный график сетевой воды $t_{ВХ}/t_{ВЫХ}$, °С

Энергоблок с реактором типа РБМК:

- давление пара перед турбиной P_0 , МПа;
- температура питательной воды $t_{п.в.}$, °С;
- температура промперегрева $t_{п.п.}$, °С;
- перепад давления в промперегревателе ΔP , МПа;
- давление в деаэраторе P_d , МПа;
- давление в конденсаторе P_k , МПа;
- мощность теплофикационной установки $Q_{ТФУ}$, ГДж/час;
- температурный график сетевой воды $t_{ВХ}/t_{ВЫХ}$, °С.

Значение параметров в исходных данных приводятся в таблицах вариантов задания, выбираются самостоятельно или по рекомендации консультанта-преподавателя.

Особенности тепловой схемы конкретного варианта согласуются с консультантом-преподавателем индивидуально. Корректировка вариантов заданий на курсовое проектирование проводится ежегодно.

Примеры вариантов задания на курсовое проектирование представлены ниже.

Энергоблок с реактором типа ВВЭР.

Вариант	1	2	3	4	5
P_0	6.3	6.0	5.5	5.8	6.5
$t_{п.в.}$	220	215	210	215	220
$t_{п.п.}$	$t_s^{гп} - 20$	$t_s^{гп} - 15$	$t_s^{гп} - 20$	$t_s^{гп} - 30$	$t_s^{гп} - 25$
ΔP	задается отдельно	задается отдельно	задается отдельно	задается отдельно	задается отдельно
P_d	выбирается самостоят.	выбирается самостоят.	выбирается самостоят	выбирается самостоят	выбирается самостоят
P_k	задается отдельно	задается отдельно	задается отдельно	задается отдельно	задается отдельно
$N_э$	1000	500	600	1000	1000
N_T	Может быть задано как альтернатива $N_э$				
$Q_{ТФУ.}$	50	60	70	80	90
$t_{ВХ}/t_{ВЫХ}$	70/120	70/130	65/120	65/125	70/140

Энергоблок с реактором типа РБМК

Вариант	6	7	8	9	10
P_0	7.0	6.8	6.5	7.0	6.5
$t_{п.в.}$	160	167	178	188	160
$t_{п.п.}$	$t_s^{гп} - 20$	$t_s^{гп} - 15$	$t_s^{гп} - 20$	$t_s^{гп} - 30$	$t_s^{гп} - 25$
ΔP	задается отдельно	задается отдельно	задается отдельно	задается отдельно	задается отдельно
P_d	выбирается самостоят.	выбирается самостоят.	выбирается самостоят	выбирается самостоят	выбирается самостоят
P_k	задается отдельно	задается отдельно	задается отдельно	задается отдельно	задается отдельно
N_{Σ}	1000	500	800	1200	1000
N_T	Может быть задано как альтернатива N_{Σ}				
$Q_{тфу.}$	90	100	80	70	50
$t_{вх}/t_{вых}$	90/140	85/145	90/150	85/155	90/160

Критерии и шкала оценивания

Оценка	Характеристики ответа студента
Отлично 90-100	– расчетно-пояснительная записка к курсовому проекту содержит в полном объеме материал, отражающий ход выполнения проекта: задание на курсовое проектирование и исходные данные, обоснование и выбор необходимых дополнительных параметров, представлено поэтапное выполнение работы по курсовому проектированию, представлены выводы по работе; – материал изложен грамотно и логично; – точно и профессионально используется терминология; – продемонстрирована способность формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах; - продемонстрирована способность выбирать цели проекта, определять критерии и показатели решения задачи; – продемонстрировано умение защищать публично результаты работы; – продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; – продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; - продемонстрировано умение выбирать основное технологическое оборудование ЯЭУ по его характеристикам; - задание на курсовое проектирование выполнено в полном объеме, работа проиллюстрирована необходимыми схемами, рисунками, чертежами; – допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.
Хорошо	– расчетно-пояснительная записка к курсовому проекту

75-89	содержит весь основной материал, отражающий ход выполнения проекта: задание на курсовое проектирование и исходные данные, обоснование и выбор необходимых дополнительных параметров, представлено поэтапное выполнение работы по курсовому проектированию, представлены выводы по работе; – материал изложен грамотно и логично; – продемонстрировано умение анализировать материал, выбирать цели проекта, определять критерии и показатели решения задачи, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – продемонстрировано усвоение основной литературы; – продемонстрировано умение защищать публично результаты работы; – ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеется один из недостатков: - в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие суть защиты курсового проекта; - допущены один – два недочета при освещении основного содержания курсового проекта, исправленные по замечанию комиссии; - допущены ошибка или более двух недочетов при ответах на дополнительные вопросы, которые могут быть относительно просто исправлены по замечанию комиссии, демонстрационный материал (схемы, графики, чертежи) по курсовому проекту не в полном объеме.
Удовлетворительно 60-74	– расчетно-пояснительная записка к курсовому проекту содержит в основном материал, отражающий ход выполнения проекта: задание на курсовое проектирование и исходные данные, выбраны необходимые дополнительные параметры, но без надлежащей аргументации, представлено поэтапное выполнение работы по курсовому проектированию, представлены основные выводы по работе; – даны удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы комиссии; – имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; – публичная защита результатов курсового проекта проходила неуверенно; - при защите курсового проекта выявлены пробелы в знаниях по основным системам и оборудованию АЭС; - имели место затруднения и ошибки при ответах на дополнительные вопросы комиссии; – демонстрационные материалы (схемы, графики, чертежи) выполнены или небрежно, или неполно.
Неудовлетворительно Менее 60	– расчетно-пояснительная записка к курсовому проекту содержит основной материал, отражающий ход выполнения проекта: задание на курсовое проектирование и исходные данные, выбраны необходимые дополнительные параметры, но без надлежащей аргументации, представлено поэтапное

	выполнение работы по курсовому проектированию, представлены основные выводы по работе; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании компетенций курса АЭС; -при защите результатов курсового проекта даны нечеткие или неправильные ответы на вопросы членов комиссии; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов. – не сформированы компетенции, умения и навыки.
--	---