

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

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Физико-технические проблемы атомной энергетики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Наладка и эксплуатация оборудования АЭС**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рясный С.И.
	Идентификатор	R6ba44106-RiasnySI-5934a28b

С.И. Рясный

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мелихов О.И.
	Идентификатор	Re9797a97-MelikhovOI-83f385d8

О.И.
Мелихов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостова М.С.
	Идентификатор	R5ead212f-KhvastovaMS-a4cf11ca

М.С.
Хвостова

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен анализировать и моделировать физические и технологические процессы, используемые в атомной энергетике

ИД-1 Владеет навыками исследования и проектирования технологической схемы АЭС применительно как к основному технологическому процессу, так и к вспомогательным технологическим системам

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Смешанная форма

1. Инженерная поддержка ввода в эксплуатацию АЭС (Тестирование)
2. Инженерная поддержка эксплуатации АЭС (Тестирование)
3. Натурные испытания при вводе в эксплуатацию (Тестирование)
4. Содержание, нормативное регулирование и обеспечение безопасности процесса ввода в эксплуатацию АЭС (Тестирование)

БРС дисциплины

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Содержание, нормативное регулирование и обеспечение безопасности процесса ввода в эксплуатацию АЭС (Тестирование)
- КМ-2 Натурные испытания при вводе в эксплуатацию (Тестирование)
- КМ-3 Инженерная поддержка ввода в эксплуатацию АЭС (Тестирование)
- КМ-4 Инженерная поддержка эксплуатации АЭС (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	4	8	12
Содержание и сущность процесса ввода в эксплуатацию АЭС и его нормативного регулирования				
Введение в курс		+	+	
Содержание процесса ввода в эксплуатацию АЭС и обеспечение безопасности		+	+	

Нормативное регулирование процесса ввода в эксплуатацию	+	+		
Натурные испытания при вводе в эксплуатацию				
Натурные испытания при вводе в эксплуатацию и оптимизации условий эксплуатации	+	+		
Теоретические основы процесса ввода в эксплуатацию	+	+		
Физические испытания систем внутриреакторного контроля ВВЭР	+	+		
Обоснование сейсмической безопасности при вводе в эксплуатацию	+	+		
Инженерная поддержка ввода в эксплуатацию АЭС и управление ресурсом оборудования				
Инженерная поддержка ввода в эксплуатацию АЭС			+	
Управление ресурсом оборудования и трубопроводов АЭС при вводе в эксплуатацию и эксплуатации			+	
Система пусконаладочных измерений (СПНИ)			+	
Инженерная поддержка эксплуатации АЭС				
Диагностическое обеспечение управления техническим состоянием и ресурсом				+
Техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС по техническому состоянию				+
Прогнозирование и предотвращение технологических нарушений эксплуатации оборудования				+
Вес КМ:	25	25	25	25

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1ПК-1 Владеет навыками исследования и проектирования технологической схемы АЭС применительно как к основному технологическому процессу, так и к вспомогательным технологическим системам	Знать: Содержание и методы инженерной поддержки ввода в эксплуатацию и эксплуатации АЭС Содержание и сущность процесса ввода в эксплуатацию АЭС и его нормативного регулирования Методологию натурных испытаний при вводе в эксплуатацию и оптимизации условий эксплуатации Содержание и методы управления надежностью и ресурсом оборудования при вводе в эксплуатацию и эксплуатации оборудования АЭС Уметь: Применять методы инженерной поддержки ввода в эксплуатацию и	КМ-1 Содержание, нормативное регулирование и обеспечение безопасности процесса ввода в эксплуатацию АЭС (Тестирование) КМ-2 Натурные испытания при вводе в эксплуатацию (Тестирование) КМ-3 Инженерная поддержка ввода в эксплуатацию АЭС (Тестирование) КМ-4 Инженерная поддержка эксплуатации АЭС (Тестирование)

		эксплуатации АЭС Применять методы управления надежностью и ресурсом оборудования при вводе в эксплуатацию и эксплуатации оборудования АЭС Участвовать в планировании, подготовке, выполнении и оценке результатов натурных испытаний при вводе в эксплуатацию и эксплуатации АЭС	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Содержание, нормативное регулирование и обеспечение безопасности процесса ввода в эксплуатацию АЭС

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Опрос по билетам с дополнительными вопросами.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы билета

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Содержание и сущность процесса ввода в эксплуатацию АЭС и его нормативного регулирования	1.Опишите содержание изменений состава и последовательности ввода блока АС в эксплуатацию, пересмотренных в новых действующих нормативных документах. 2.Назовите периоды, основные этапы, подэтапы и фазы ввода блока АС в эксплуатацию. 3.Что может считаться началом ввода в эксплуатацию? 4.Что может считаться границей между периодом «вхолостую» и периодом «под нагрузкой»? 5.Из каких работ состоит подготовка к вводу в эксплуатацию? 6.Назовите документы, разрабатываемые для организационного обеспечения ПНР. 7.В чем состоит материальное обеспечение ПНР? 8.Что включает техническое обеспечение ПНР? 9.Какими мероприятиями и работами обеспечивается чистота внутренних поверхностей технологических трубопроводов и оборудования? 10.Какие подэтапы входят в состав предпусковых наладочных работ? 11.Какие работы выполняются на подготовительном подэтапе ввода в эксплуатацию? 12.Каковы условия завершения подготовительного подэтапа? 13.Чем заканчивается подэтап «Испытания и опробование оборудования»? 14.Какие работы проводятся при холодной обкатке? 15.Перечислите основные работы, выполняемые при холодной и горячей обкатке. Чем обеспечивается разогрев теплоносителя первого контура во время горячей обкатки? 16.В чем состоит содержание первого и второго

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	подэтапов этапа физического пуска? 17. Назовите цели и условия завершения этапа «Энергетический пуск». 18. Каковы условия начала подэтапа «Опытно-промышленная эксплуатация»? 19. Какие виды документов входят в состав разрабатываемой технической документации по вводу в эксплуатацию? 20. Какие организации участвуют в работах по вводу в эксплуатацию энергоблока АС? Что определяет Координационный план работ по вводу в эксплуатацию? 21. Какова роль Дирекции АС в организации работ по вводу в эксплуатацию? 22. Что определяет Координационный план работ по вводу в эксплуатацию? 23. Назовите и опишите задачи и направления обеспечения безопасности при вводе в эксплуатацию. 24. Что означает термин «регулирование» применительно к процессу ввода АС в эксплуатацию? 25. Назовите разделы, из которых состоит нормативная документация по вводу в эксплуатацию АС. 26. Приведите примеры типовых программ и методик для серийного энергоблока с ВВЭР-1000. 27. В каком нормативном документе в нашей стране впервые были сформулированы основные положения деятельности по обеспечению качества на АС? 28. Перечислите специальные программы обеспечения качества, которыми должна регламентироваться деятельность по обеспечению качества для АС. 29. Какие документы входят в состав организационно-распорядительной документации по вводу в эксплуатацию энергоблока АС? 30. Что включает типовое содержание программы ввода в эксплуатацию? 31. Какие программы относятся к этапным программам? 32. На какие виды подразделяются рабочие программы? 33. Из каких разделов должна состоять инструкция по эксплуатации оборудования? 34. Чем определяется количество и объем процедур по вводу в эксплуатацию, подлежащих разработке и выполнению? 35. Перечислите участников и функции научно-технического руководства и авторского надзора.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	36. На каком этапе ввода в эксплуатацию организуется группа руководства пуском и когда она прекращает свою деятельность? 37. Перечислите функции научного руководителя проекта АС и РУ. 38. Перечислите функции главного конструктора РУ. 39. Перечислите функции генерального проектировщика АС. 40. За что несет ответственность эксплуатирующая организация и застройщик-дирекция АС? 41. Перечислите права представителей научного руководителя проекта АС и РУ, генерального проектировщика, главного конструктора РУ, научного и технического руководителей пуска блока АС. 42. Перечислите функции технического руководства ПНР. Назовите состав технического руководства по направлениям и координации ПНР. 43. Назовите состав технического руководства по направлениям и координации ПНР. 44. Что можно отнести в объем работ по генеральному подряду по ПНР?
Уметь: Участвовать в планировании, подготовке, выполнении и оценке результатов натурных испытаний при вводе в эксплуатацию и эксплуатации АЭС	1. Опишите испытания герметичного ограждения на прочность и герметичность. 2. Охарактеризуйте структуру и состав документов, регулирующих ввод в эксплуатацию АС на каждом из имеющихся уровней регулирования. Приведите примеры направлений установления требований, которые должны были найти отражение в нормативной документации по вводу в эксплуатацию АС. 3. Приведите примеры направлений установления требований, которые должны были найти отражение в нормативной документации по вводу в эксплуатацию АС. 4. Какие переключения должны выполняться по бланкам переключений? 5. Охарактеризуйте графики 4-х уровней планирования строительства и ввода в эксплуатацию энергоблока АС и опишите последовательность их разработки.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Натурные испытания при вводе в эксплуатацию

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Опрос по билетам с дополнительными вопросами.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы билета.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Методологию натурных испытаний при вводе в эксплуатацию и оптимизации условий эксплуатации	1.Опишите задачи натурных испытаний при вводе в эксплуатацию. 2.Опишите состав испытаний при вводе в эксплуатацию. 3.Дайте характеристику критериев успешности испытаний. 4.Опишите возможные пути оптимизации испытаний оборудования и сооружений при вводе в эксплуатацию. 5.Опишите обобщенный алгоритм оптимизации условий эксплуатации оборудования и сооружений при испытаниях. 6.Приведите основные виды и примеры состояний процесса ввода в эксплуатацию и охарактеризуйте связи между ними. 7.Приведите виды и примеры основных состояний процесса ввода в эксплуатацию. 8.Опишите основное содержание структуры графиков ввода в эксплуатацию. 9.Опишите упрощенную зависимость интенсивности отказов от времени. 10.Объясните изменение интенсивности отказов с ростом внешней нагрузки. 11.Приведите и опишите выражение для полной вероятности безотказной работы системы. 12.Назовите основные критерии надежности при проведении ПНР в условиях наличия отказов. 13.Опишите механизм увеличения надежности

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	уязвимых элементов конструкции в процессе ПНР. 14.Опишите выражение для критерия эффективности ПНР. 15.Опишите выражение для целевой функции процесса ввода в эксплуатацию. 16.Раскройте обоснование использования векторного критерия «стоимость-ресурс-готовность-эффективность» в качестве критерия оптимальности процесса ввода в эксплуатацию и опишите его компоненты. 17.Приведите основное содержание структуры нормативного обеспечения физических испытаний системы внутриреакторного контроля (СВРК). 18.Опишите противоречия между различными нормативными документами, относящимися к испытаниям СВРК, которые вызвали необходимость введения общего определения «физические испытания СВРК». 19.Опишите уровни классификации, содержащиеся в структурной схеме классификации физических испытаний СВРК при вводе в эксплуатацию. 20.Опишите структуру и состав эксплуатационных испытаний СВРК. 21.Приведите виды физических испытаний СВРК, выполняемые в режимах работы РУ "без мощности" и в режимах работы РУ "на мощности". 22.Объясните необходимость проведения испытаний по определению температурного поля на входе в активную зону. 23.Приведите и охарактеризуйте методики, применяемые на практике для оценок погрешности восстановления поля энерговыделения. 24.Опишите основные характеристики, определяющие сейсмостойкость оборудования при его динамическом взаимодействии с опорными и несущими конструкциями, трубопроводной обвязкой, теплоизоляционными покрытиями в условиях эксплуатации на АЭС в реальных условиях монтажа, крепления оборудования. 25.Объясните необходимость обоснования сейсмостойкости оборудования для российских АЭС, находящихся в районах, считающихся несейсмоопасными. 26.Объясните преимущество и необходимость применения расчетно-экспериментального метода обоснования сейсмостойкости. 27.Приведите аргументы в обоснование безопасности для испытываемых конструкций силовых воздействий, применяемых в расчетно-экспериментальном методе обоснования

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	сейсмостойкости. 28.Объясните, достаточно ли применение при испытаниях слабых воздействий (метода малых возмущений) с точки зрения адекватности получаемых результатов и применимости их для расчетов реальных воздействий. 29.Приведите нормативные документы, в которых содержится применение расчетно-экспериментального метода обоснования сейсмостойкости? 30.Объясните актуальность применения расчетно-экспериментального метода при обосновании продления сроков эксплуатации энергоблоков. 31.Объясните актуальность применения расчетно-экспериментального метода при сооружении АЭС по российским проектам за рубежом. 32.Приведите содержание процедуры GIP. 33.Объясните причины неприемлемости подходов, основанных на процедуре GIP. 34.Объясните причины неприемлемости переноса результатов анализа устойчивости оборудования при внешних воздействиях на одной АЭС на аналогичное оборудование другой АЭС.
Уметь: Участвовать в планировании, подготовке, выполнении и оценке результатов натурных испытаний при вводе в эксплуатацию и эксплуатации АЭС	1.Опишите составляющие реального времени, затраченного на проведение этапа пусконаладочных работ. 2.Опишите связи между сетевыми графиками разных уровней и объясните понятие критического пути. 3.Объясните, на чем основана методика испытаний по проверке функций температурного контроля теплоносителя на энергетических уровнях мощности. 4.Приведите и охарактеризуйте выражение для коэффициентов влияния, определяющих температурное поле на входе в активную зону в зависимости от температуры в холодных нитках петель 1-го контура. 5.Охарактеризуйте способы расчета тепловой мощности реактора. Приведите и охарактеризуйте выражение для оценки весовых коэффициентов способов расчета тепловой мощности реактора на основе общих подходов к суммированию составляющих погрешностей и определения весовых коэффициентов. 6.Приведите и объясните основное содержание расчетно-экспериментального метода обоснования сейсмостойкости. 7.Опишите последовательность расчетно-экспериментального обоснования сейсмостойкости оборудования АЭС.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Инженерная поддержка ввода в эксплуатацию АЭС

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Опрос по билетам с дополнительными вопросами.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы билета.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Содержание и методы инженерной поддержки ввода в эксплуатацию и эксплуатации АЭС	1. Каковы основные задачи инженерной поддержки ввода в эксплуатацию и эксплуатации АЭС? 2. Какие виды несоответствий подлежат управлению при вводе в эксплуатацию? 3. Какие факторы влияют на продолжительность работ на этапах ввода в эксплуатацию? 4. Каковы основные условия снижения затрат при вводе в эксплуатацию энергоблока АЭС? 5. Каковы основные факторы, увеличивающие длительность ввода блока в эксплуатацию? 6. Приведите примеры мероприятий по оптимизации продолжительности и затрат на ввод блока АЭС в эксплуатацию. 7. Каковы виды рисков, приводящих к увеличению продолжительности работ и влияющих на сроки ввода энергоблока в эксплуатацию? 8. Какие риски можно отнести к процессным? 9. Приведите примеры простых рисков при сооружении энергоблоков АЭС.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	10.Приведите примеры комплексных рисков при сооружении энергоблоков АЭС. 11.Приведите четыре основных отрицательных фактора, имевших место при сооружении блока №1 АЭС «Бушер» и оказавших непосредственное влияние на продолжительность этапов ввода блока в эксплуатацию. 12.Какие виды эксплуатационных нагрузок испытывает оборудование реакторной установки? 13.Какие элементы конструкций реакторной установки ВВЭР-1000 относятся к наиболее нагружаемым термомеханическими нагрузками? 14.На какие основные группы можно разделить режимы эксплуатации по характеру воздействия на состояние оборудования термомеханических нагрузок? 15.Назовите основные виды проектных критериев, определяющих термонапряженное состояние оборудования. 16.Для каких видов проектных режимов определяется предельно-допустимое количество циклов нагружения в процессе эксплуатации? 17.Что является основной мерой ресурса для таких элементов, как сосуды и трубопроводы давления АЭС? 18.Что является содержанием основных критериев успешности пусконаладочных испытаний? 19.В чем состоит положительный эффект влияния гидравлических и пневматических испытаний на надежность и безопасность эксплуатации сосудов и трубопроводов? 20.Назовите методы неразрушающего контроля, используемые для контроля дефектности в оборудовании, выполняемого в соответствии с программами эксплуатационного контроля состояния основного металла и сварных соединений оборудования и трубопроводов атомных электростанций, и возможные механизмы разрушения, по которым возникают повреждения. 21.Опишите пути оптимизации периодичности и объема неразрушающего контроля, выполняемого в соответствии с программами эксплуатационного контроля состояния основного металла и сварных соединений оборудования и трубопроводов атомных электростанций с ВВЭР-1000. 22.Чем определяется особая необходимость регистрации и оценки циклов нагружения оборудования в период ввода энергоблока в эксплуатацию? 23.Какие методы эксплуатационного контроля накопления повреждений элементов энергоблоков атомных станций применяются при управлении ресурсными характеристиками оборудования и трубопроводов РУ? 24.Какими методами выполняется контроль напряжений и накопления повреждений оборудования в процессе ввода в

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	эксплуатацию и при промышленной эксплуатации? 25. Назовите элементы внутрикорпусных устройств реактора, подвергающиеся наибольшему динамическим нагрузкам. 26. В каких режимах проводится пусконаладочный контроль характеристик вибрационной нагруженности ВКУ реактора и имитаторов ТВС? 27. Опишите состав внутриреакторных виброизмерительных точек при проведении пусконаладочных вибродинамических измерений. 28. Какие критерии гидродинамической неустойчивости, динамического отклика и вибронгруженности оборудования РУ приняты для оценки приемлемости результатов пусконаладочных вибродинамических измерений? 29. Опишите численный критерий допустимости вибрационных напряжений, действующих в элементах ВКУ, на основе рассмотрения усталостной прочности этого оборудования. 30. Каковы пути и условия возможной замены внутриреакторных измерений более простыми внешнереакторными? 31. Какие виды анализа вибронгруженности оборудования должны быть обеспечены при контроле вибрационной нагруженности ГЦТ и коллекторов парогенераторов? 32. Какие системы 1-го и 2-го контуров определяют теплогидравлические особенности работы термонапряженных узлов реакторной установки ВВЭР-1000? 33. Чем обусловлена необходимость контрольного термометрирования характерных точек оборудования РУ ВВЭР-1000 в период пусконаладочных работ? 34. Каковы задачи натурного термометрирования оборудования РУ ВВЭР-1000 в период пусконаладочных работ? 35. С какой целью проводится контроль температурных перемещений элементов конструкций РУ? 36. Какие элементы оборудования подлежат контролю при теплогидравлических испытаниях верхнего блока и шахтного объема реактора? 37. Какие системы входят в состав структуры комплексной системы пусконаладочных измерений? 38. Какие параметры и характеристики контролируются средствами СПНИ? 39. Назовите первичные средства измерений, используемые в комплексе СПНИ. 40. Опишите примерную схему организации распределенной системы сбора данных СПНИ. 41. Опишите принципы построения автоматизированного

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	контроля процессов в оборудовании РУ посредством СПНИ.
Уметь: Применять методы инженерной поддержки ввода в эксплуатацию и эксплуатации АЭС	1.Изобразите упрощенную зависимость интенсивности отказов от времени и покажите на ней основные характерные участки. Проведите сопоставление этих участков с этапами ввода в эксплуатацию и жизненного цикла энергоблока. 2.Приведите примеры фактических временных затрат на ввод в эксплуатацию энергоблоков в сравнении с типовым графиком ввода в эксплуатацию. 3.Какова последовательность применения методики оценки рисков при сооружении и вводе в эксплуатацию и их влияния на сроки ввода в эксплуатацию? 4.Приведите примеры рисков, повлиявших на увеличение сроков выполнения работ при сооружении энергоблока №1 АЭС «Бушер». 5.Какими методами учитываются эксплуатационные нагрузки на оборудование при проектном обосновании прочности? 6.Какое влияние на ресурс оборудования оказывает выполнение режимов испытаний при вводе в эксплуатацию и особенности выполнения этих режимов? 7.Какими средствами и с какой целью производится контроль усилий затяга шпилек разъемных соединений? 8.Опишите состав экспериментального контроля, выполнявшегося при вводе в эксплуатацию энергоблоков АЭС с ВВЭР. 9.Опишите типовое содержание программы-методики испытаний и измерений с использованием системы пусконаладочных измерений (СПНИ).

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Инженерная поддержка эксплуатации АЭС

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Опрос по билетам с дополнительными вопросами.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы билета.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Содержание и методы управления надежностью и ресурсом оборудования при вводе в эксплуатацию и эксплуатации оборудования АЭС	1. Каковы основные принципы методологии контроля остаточного ресурса оборудования и трубопроводов реакторных установок ВВЭР с использованием автоматизированной системы (САКОР)? 2. Из чего состоит функциональная структура САКОР-М? 3. На каких подходах базируется решение задач оценки остаточного ресурса в САКОР-М? 4. Опишите основные пути повышения эффективности систем контроля эксплуатационных термомеханических нагрузок. 5. Какие базы данных включаются в структуру системы технической диагностики? 6. Какие параметры (характеристики) процессов могут выступать в качестве диагностических признаков? 7. Приведите известные методы технического диагностирования. 8. Приведите основное выражение, используемое для оценки технического состояния агрегатов по параметрам вибрации. 9. Дайте определение технологического нарушения эксплуатации оборудования АЭС. 10. Приведите основные недостатки применяемых на АЭС локальных систем диагностирования (ЛСД), осложняющие получение и использование результатов диагностирования. 11. Чем обусловлен выбор арматуры с электроприводом в качестве важнейшего из объектов комплексного диагностирования при управлении ресурсом? 12. Какие дефекты позволяют обнаруживать встроенные в АСУ ТП средства диагностирования арматуры? 13. Какими диагностическими методами производится оценка технического состояния арматуры и электропривода?

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	14.Опишите состав комплексной системы диагностирования арматуры с электроприводом. 15.Приведите последовательность формирования телеграмм о состоянии арматуры для передачи в систему верхнего блочного уровня (СВБУ). 16.Каким образом проводится оценка остаточного ресурса арматуры в рамках комплексной системы диагностики электроприводной арматуры (КСДЭА)? 17.Перечислите источники диагностической информации, подключенные к отраслевой системе диагностирования (ОСД) на Калининской АЭС. 18.Перечислите основные элементы структуры комплекса технических средств ОСД Калининской АЭС. 19.Перечислите функции участников ОСД. 20.Назовите статистические методы, на которых базируется оценка остаточного ресурса при анализе информации об эксплуатации оборудования и систем АЭС. 21.Назовите основные функции информационной системы, которые необходимо реализовать для создания полноценной системы по управлению ресурсными характеристиками. 22.Приведите графическую зависимость затрат на ТОиР как функции объема предупредительных мероприятий. 23.Перечислите виды ремонта, применяемые в настоящее время в международной практике и их доли в общем объеме ремонтов. 24.Опишите основные принципы риск-ориентированного подхода при выборе стратегии технического обслуживания и ремонта (ТОиР). 25.Каковы основные этапы процедуры исключения оборудования из ведомости объемов ремонта при переходе на ТОиР по техническому состоянию на примере трубопроводной арматуры? 26.В чем состоят преимущества использования вектора виброскорости в качестве обобщенного диагностического параметра, характеризующего текущее техническое состояние ответственного роторного оборудования АЭС? 27.Какие методы анализа вибропараметров рекомендованы для практического использования в качестве обобщенного диагностического параметра векторного представления параметров вибрации? 28.Опишите суть метода анализа вибропараметров по модулю вектора виброскорости и его преимущества.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	29.Опишите суть метода анализа вибропараметров по углу вектора виброскорости, область его применения и его преимущества. 30.В чем состоит преимущество предварительного определения контурных характеристик системы в трех плоскостях?
Уметь: Применять методы управления надежностью и ресурсом оборудования при вводе в эксплуатацию и эксплуатации оборудования АЭС	1.Приведите простейшую регрессионную зависимость напряжений от параметров эксплуатации, получаемых по данным тензометрирования. 2.Какие критерии применяются для оценки вибрационного состояния агрегатов? 3.Приведите пример риск-ориентированного расчета оценки степени влияния отказа запорно-регулирующей арматуры на технологический процесс. 4.Опишите основные шаги процедуры принятия решения о продлении межремонтного периода или изменении категории ремонта оборудования при переходе на ТОиР по техническому состоянию. 5.Приведите пример методики прогнозирования технологического нарушения эксплуатации оборудования АЭС.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Формулировка определений и содержание процесса ввода в эксплуатацию и пусконаладочных работ

Процедура проведения

Опрос по билетам с дополнительными вопросами.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Владеет навыками исследования и проектирования технологической схемы АЭС применительно как к основному технологическому процессу, так и к вспомогательным технологическим системам

Вопросы, задания

1. Формулировка определений и содержание процесса ввода в эксплуатацию и пусконаладочных работ.
2. Существующие виды (разновидности) ввода в эксплуатацию и их содержание.
3. Структура и содержание деятельности по инженерной поддержке эксплуатации АЭС.
4. Натурное экспериментальное обоснование эксплуатации АЭС: цели и условия.
5. Актуальность и содержание управления ресурсными характеристиками оборудования АЭС.
6. Принципы естественной безопасности, планируемые к реализации в новых перспективных проектах АЭС.
7. Пути решения вопроса ресурсного обеспечения ядерной энергетики на длительную перспективу и проблемы радиоактивных отходов.
8. Последовательность и состав работ по вводу в эксплуатацию с учетом изменений.
9. Состояния процесса ввода в эксплуатацию, связи и переходы между ними.
10. Виды и содержание обеспечения работ по вводу в эксплуатацию.
11. Структура и модель графиков ввода в эксплуатацию.
12. Организация работ по вводу в эксплуатацию на площадке АС. Руководство и управление вводом в эксплуатацию.
13. Организации-участники процесса ввода в эксплуатацию и их место в схеме организации работ по вводу в эксплуатацию.
14. Планирование работ по вводу в эксплуатацию. Структура и модель графиков ввода в эксплуатацию.
15. Уровни и виды планирования ввода в эксплуатацию и связи между ними.
16. Основные обязанности и ответственность участников научно-технического руководства вводом в эксплуатацию.
17. Структура, состав и задачи группы руководства пуском.
18. Структура, состав и задачи технического руководства пуском.
19. Обеспечение безопасности при вводе в эксплуатацию: задачи и направления.
20. Регулирование процесса ввода в эксплуатацию. Структура и состав нормативных документов, регулирующих ввод в эксплуатацию.

21. Структура и основные элементы комплекса документов по обеспечению качества при вводе в эксплуатацию. Виды программ обеспечения качества (ПОКАС), необходимые к применению на различных этапах жизненного цикла АЭС.
22. Генеральный подряд при проведении ПНР на вновь вводимых энергоблоках АС: объем и содержание деятельности, функции и ответственность генподрядчика по ПНР.
23. История изменений типовых графиков ввода в эксплуатацию в части последовательности и содержания этапов (подэтапов) ПНР.
24. Готовность систем, оборудования и помещений энергоблоков атомных станций к этапам ПНР: необходимость соблюдения примеры и анализ возможных последствий несоблюдения нормативных требований готовности.
25. Развитие регулирования процесса ввода в эксплуатацию. Переработка нормативной документации.
26. Состав, обязанности и права рабочих комиссий.
27. Состав организационно-распорядительной документации по вводу в эксплуатацию.
28. Этапные графики работ, контрольные точки.
29. Содержание программы пусконаладочных испытаний.
30. Метод натурного экспериментального обоснования прочности и ресурса оборудования: содержание и объективные причины необходимости его применения при вводе в эксплуатацию.
31. Цели и условия натурных испытаний при вводе в эксплуатацию.
32. Индивидуальные, комплексные и общеклассовые испытания и отличия между ними.
33. Критерии успешности испытаний.
34. Эксплуатационные нагрузки на оборудование, имеющие место при испытаниях.
35. Системы 1-го и 2-го контуров, определяющие теплогидравлические особенности работы термонапряженных узлов реакторной установки ВВЭР-1000/1200.
36. Элементы конструкций реакторной установки ВВЭР-1000/1200, относящиеся к наиболее нагружаемым термомеханическими нагрузками.
37. Содержание и цели этапа «предпусковые наладочные работы», его подэтапов и фаз.
38. Содержание и цели фазы горячей обкатки реакторной установки.
39. Назначение и задачи физического пуска реактора.
40. Назначение и задачи энергетического пуска энергоблока.
41. Состав и цели опытно-промышленной эксплуатации.
42. Содержание оптимизации процесса ввода в эксплуатацию и испытаний оборудования и сооружений при вводе в эксплуатацию.
43. Порядок принятия решения о проведении очередного этапа (подэтапа) ввода в эксплуатацию.
44. Порядок подтверждения окончания работ на этапе (подэтапе) и подтверждения готовности к началу работ на следующем этапе (подэтапе). Порядок принятия решения о проведении очередного этапа (подэтапа) ввода в эксплуатацию.
45. Структура и состав физических испытаний СВРК при вводе в эксплуатацию и при эксплуатации.
46. Виды физических испытаний СВРК, выполняемых в режимах работы РУ "без мощности" и в режимах работы РУ "на мощности".
47. Обоснование сейсмической безопасности при вводе в эксплуатацию и продлении эксплуатации АЭС.
48. Основные характеристики, определяющие сейсмостойкость оборудования при его динамическом взаимодействии с опорными и несущими конструкциями, трубопроводной обвязкой, теплоизоляционными покрытиями в условиях эксплуатации на АЭС в реальных условиях монтажа и раскрепления оборудования.
49. Расчетно-экспериментальный метод обоснования сейсмостойкости, преимущество и необходимость его применения.

50. Нормативные документы, относящиеся к применению расчетно-экспериментального метода обоснования сейсмостойкости.
51. Актуальность применения расчетно-экспериментального метода при обосновании продления сроков эксплуатации энергоблоков и при сооружении АЭС по российским проектам за рубежом.
52. Сравнительный анализ зарубежных и российских методологий оценки сейсмостойкости оборудования АЭС. Неприемлемость переноса результатов анализа устойчивости оборудования при внешних воздействиях на одной АЭС на аналогичное оборудование другой АЭС.
53. Последовательность расчетно-экспериментального обоснования сейсмостойкости оборудования АЭС.
54. Основные задачи инженерной поддержки ввода в эксплуатацию и эксплуатации АЭС.
55. Зависимость интенсивности отказов от времени и ее основные характерные участки. Сопоставление этих участков с этапами ввода в эксплуатацию и жизненного цикла энергоблока.
56. Факторы, влияющие на продолжительность работ на этапах ввода в эксплуатацию.
57. Примеры фактических временных затрат на ввод в эксплуатацию энергоблоков в сравнении с типовым графиком ввода в эксплуатацию. Основные условия снижения затрат при вводе в эксплуатацию энергоблока АЭС.
58. Основные факторы, увеличивающие длительность ввода блока в эксплуатацию. Оптимизация продолжительности и затрат на ввод блока АЭС в эксплуатацию.
59. Риски при вводе в эксплуатацию и оценка их влияния на продолжительность ввода в эксплуатацию.
60. Примеры мероприятий по оптимизации продолжительности и затрат на ввод блока АЭС в эксплуатацию.
61. Виды рисков, приводящих к увеличению продолжительности работ и влияющих на сроки ввода энергоблока в эксплуатацию.
62. Простые и комплексные риски при сооружении энергоблоков АЭС, их примеры.
63. Четыре основных отрицательных фактора, имевших место при сооружении блока №1 АЭС «Бушер» и оказавших непосредственное влияние на продолжительность этапов ввода блока в эксплуатацию. Примеры рисков, повлиявших на увеличение сроков выполнения работ при сооружении энергоблока №1 АЭС «Бушер».
64. Причины необходимости регистрации и оценки циклов нагружения оборудования в период ввода энергоблока в эксплуатацию.
65. Виды проектных режимов, определяющие предельно-допустимое количество циклов нагружения в процессе эксплуатации.
66. Влияние на ресурс оборудования выполнения режимов испытаний при вводе в эксплуатацию и особенностей выполнения этих режимов.
67. Методы контроля напряжений и накопления повреждений оборудования в процессе ввода в эксплуатацию и при эксплуатации.
68. Режимы эксплуатации, эксплуатационные нагрузки, виды нагрузок и нагружаемые элементы реакторной установки.
69. Обоснование ресурса при вводе в эксплуатацию.
70. Основные принципы методологии контроля остаточного ресурса оборудования и трубопроводов реакторных установок ВВЭР с использованием автоматизированной системы (САКОР).
71. Системы, входящие в состав структуры комплексной системы пусконаладочных измерений (СПНИ). Параметры и характеристики, контролируемые средствами СПНИ.
72. Принципы построения автоматизированного контроля процессов в оборудовании РУ посредством СПНИ.
73. Состав внутриреакторных виброизмерений СПНИ.

74. Критерии гидродинамической неустойчивости, динамического отклика и вибронегруженности оборудования РУ, принятые для оценки приемлемости результатов пусконаладочных вибродинамических измерений.
75. Необходимость и задачи натурного термометрирования оборудования РУ ВВЭР-1000 в период пусконаладочных работ.
76. Факторы повреждаемости оборудования и истощения ресурса при вводе в эксплуатацию и эксплуатации.
77. Теплогидравлические испытания верхнего блока и шахтного объема реактора. Элементы оборудования, подлежащие контролю при теплогидравлических испытаниях верхнего блока и шахтного объема реактора.
78. Оптимизация температурных условий эксплуатации оборудования реакторных установок.
79. Объекты диагностического обеспечения управления техническим состоянием и ресурсом на АЭС. Специфические особенности диагностики оборудования АЭС.
80. Базы данных, включаемые в структуру системы технической диагностики.
81. Параметры (характеристики) процессов, возможные для применения в качестве диагностических признаков.
82. Методы технического диагностирования.
83. Определение технологического нарушения эксплуатации оборудования АЭС. Примеры использования методики прогнозирования технологического нарушения эксплуатации оборудования АЭС.
84. Мониторинг технологических процессов на энергоблоке АЭС.
85. Графическая зависимость затрат на ТОиР как функции объема предупредительных мероприятий.
86. Виды ремонта, применяемые в России и в международной практике. Международная практика оптимизации технического обслуживания и ремонта оборудования атомных станций.
87. Риск-ориентированный подход при выборе стратегии технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Принципы перехода на стратегию ремонта в зависимости от технического состояния и оценки риска отказа.
88. Организация ремонта оборудования по техническому состоянию с использованием средств технического диагностирования. Процедура и типовые порядки.
89. Стратегия технического обслуживания и ремонта (ТОиР) оборудования АЭС по техническому состоянию.
90. Основные шаги процедуры принятия решения о продлении межремонтного периода или изменении категории ремонта оборудования при переходе на ТОиР по техническому состоянию.
91. Ввод в эксплуатацию оборудования АЭС после длительного простоя и хранения. Содержание управления ресурсными характеристиками оборудования и сооружений при вводе в эксплуатацию после длительного простоя и хранения.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Принципы естественной безопасности, планируемые к реализации в новых перспективных проектах АЭС.

Ответы:

Исключение тяжелых аварий, требующих эвакуации населения: исключение аварий с потерей охлаждения и с разгоном реактора на мгновенных нейтронах.

Радиационно-эквивалентное захоронение радиоактивных отходов.

Верный ответ: 1. Исключение потенциальной опасности разгона на мгновенных нейтронах. Минимальные эффекты реактивности при переходных процессах и изменении состава топлива (равновесная активная зона). 2. Интегральная конструкция реакторной установки позволяет локализовать течи теплоносителя в

объеме корпуса РУ и исключить осушение активной зоны. 3. Сжигание долгоживущих актиноидов. 4. За счет низкого давления в 1-м контуре исключение потенциала опасности потери охлаждения с последующим плавлением топлива. 5. Последовательное приближение к радиационно-эквивалентному захоронению радиоактивных отходов.

2. Периоды, основные этапы, подэтапы и фазы ввода блока АС в эксплуатацию.

Ответы:

Перечислить.

Верный ответ: Периоды: подготовительный период ПНР, «вхолостую» и «под нагрузкой». Этапы: 1. Предпусковые наладочные работы с подэтапами подготовительный, испытания и опробование оборудования, испытания герметичного ограждения, холодно-горячая обкатка реакторной установки, ревизия оборудования реакторной установки; 2. Физический пуск реактора с подэтапами: загрузка реактора ядерным топливом и испытания в подкритическом состоянии, достижение критического состояния реактора и выполнение физических экспериментов на МКУ; 3. Энергетический пуск; 4. Опытно-промышленная эксплуатация с подэтапами освоение мощности блока и комплексное опробование энергоблока на номинальной мощности. Холодно-горячая обкатка подразделяется на две фазы: «холодная» фаза – гидравлические испытания и циркуляционная промывка первого контура; «горячая» фаза – горячая обкатка.

3. Из каких работ состоит подготовка к вводу в эксплуатацию?

Ответы:

Перечислить.

Верный ответ: Организационное, материальное, техническое обеспечение пусконаладочных работ, а также ПНР на оборудовании и системах, готовность которых по требованиям проекта АС необходима для начала производства работ по вводу энергоблока АС в эксплуатацию, включая обеспечение чистоты внутренних поверхностей технологических трубопроводов и оборудования.

4. Какие организации участвуют в работах по вводу в эксплуатацию энергоблока АС?

Что определяет Координационный план работ по вводу в эксплуатацию?

Ответы:

Перечислить.

Верный ответ: В работах по вводу в эксплуатацию энергоблока АС участвуют: Эксплуатирующая организация (Застройщик); Заказчик – Дирекция АС; Генеральный подрядчик по ПНР; Генеральный проектировщик; Разработчик проекта РУ; Научный руководитель проекта АС и РУ; Научный руководитель пуска блока АС; Предприятия – разработчики оборудования; Предприятия – изготовители оборудования; Строительные организации; Монтажные организации; Субподрядные пусконаладочные организации. Координационный план определяет перечень работ, исполнителей и сроки выполнения работ.

5. Назовите участников и функции научно-технического руководства и авторского надзора.

Ответы:

Перечислить и кратко охарактеризовать.

Верный ответ: Научно-техническое руководство вводом энергоблока АС в эксплуатацию в целом осуществляет федеральное ведомство по атомной энергии (ГК «Росатом»). Научное руководство пуском блоков АС осуществляет организация – научный руководитель проекта АС и РУ. Техническое руководство пуском блоков АС осуществляет генеральный подрядчик по ПНР при авторском надзоре генерального проектировщика. Техническое руководство пуском РУ осуществляет генеральный подрядчик по ПНР при авторском надзоре главного конструктора РУ и научного руководителя проекта АС и РУ. Общий контроль и координацию работ

собственных и привлеченных предприятий (организаций) других ведомств осуществляют структурные подразделения эксплуатирующей организации (застройщика). Общее научно-техническое и оперативное руководство процессом ввода в эксплуатацию блока АС осуществляет группа руководства пуском (ГРП), создаваемая застройщиком до начала пусконаладочных работ на блоке АС по представлению предприятий и организаций, осуществляющих научно-техническое руководство и авторский надзор, ГРП работает под руководством главного инженера АС.

6. Структура, состав и задачи технического руководства пуском.

Ответы:

Кратко охарактеризовать.

Верный ответ: Головная пусконаладочная организация назначает технического руководителя ПНР (технического руководителя пуска) на площадке АС и подчиняющуюся ему группу технического руководства. Технический руководитель ПНР, как правило, совмещает обязанности руководителя пусконаладочной бригады (ПНБ), выполняющей ПНР силами головной пусконаладочной организации (собственными силами). Технический руководитель ПНР вместе со своим заместителем руководит группой технического руководства, группой дежурных технических руководителей (ДТР) ПНР, а также группами документации и планирования. Группа технического руководства включает руководителей по направлениям пусконаладочных работ, которые обеспечивают руководство и координацию как ПНР собственными силами, так и ПНР, выполняемых другими подрядчиками. Дежурный технический руководитель обеспечивает контроль и координацию ПНР непосредственно в процессе выполнения программ испытаний на энергоблоке. Состав группы ДТР должен обеспечивать возможность присутствия дежурного технического руководителя в каждой смене. Группа документации обеспечивает сопровождение пусконаладочной, эксплуатационной и оперативной документации на площадке АС, оформление и сопровождение отчетной документации, разработку и выпуск итогового отчета. Группа планирования по выдаваемым ей группой технического руководства исходным данным разрабатывает графики в системе четырехуровневого планирования работ. Техническое руководство вводом в эксплуатацию включает: Разработку, согласование и сопровождение документации, необходимой для ввода энергоблока; Курирование строительно-монтажных работ. Анализ и контроль по месту соответствия СМР требованиям проекта и нормативной документации, выдача замечаний и предложений; Планирование проведения работ по вводу энергоблока при непосредственном участии в работе группы руководства пуском; Обеспечение ПНР квалифицированным и аттестованным пусконаладочным персоналом; Координацию работ пуско-наладочных организаций; Согласование актов и протоколов ПНР и испытаний, выполняемых как собственными силами, так и силами подрядных организаций; Участие в рассмотрении замечаний и дефектов, выявленных в ходе ПНР, подготовке и согласовании технических решений по их устранению; Участие в согласовании решений по отступлениям от программ и графиков проведения работ по вводу в эксплуатацию; Участие персонала группы технического руководства в приемке помещений, систем и оборудования из монтажа, в приемке выполненных пусконаладочных работ, в работе рабочей комиссии и подкомиссий; Оперативно-техническое руководство проведением послемонтажной очистки, индивидуальных испытаний и комплексного опробования оборудования; Контроль полноты и качества выполнения пусконаладочных работ, в том числе по месту, и отчетной сдаточной документации (протоколы, акты, отчеты) подрядных пусконаладочных организаций; Разработку и выпуск итогового отчета по результатам ввода энергоблока в эксплуатацию с рекомендациями и предложениями по

усовершенствованию схем, конструкций и технологий выполнения эксплуатационных режимов.

7. Обеспечение безопасности при вводе в эксплуатацию: задачи и направления.

Ответы:

Перечислить.

Верный ответ: Обеспечение безопасности будущей промышленной эксплуатации энергоблока и безопасность работ непосредственно в процессе ввода в эксплуатацию в направлениях: техническая безопасность; пожарная безопасность; радиационная безопасность; ядерная безопасность; физическая защита; противоаварийные мероприятия.

8. Режимы эксплуатации, эксплуатационные нагрузки, виды нагрузок.

Ответы:

Перечислить.

Верный ответ: Эксплуатационные нагрузки на элементы конструкций РУ: термомеханические нагрузки (статические и квазистатические); вибрации и пульсации давления (динамические нагрузки); сейсмические нагрузки; влияние воднохимического режима; коррозия; эрозия; радиационное воздействие. По характеру воздействия на состояние оборудования термомеханических нагрузок, как одного из важнейших нагрузочных факторов, режимы эксплуатации РУ, включая режимы испытаний при вводе в эксплуатацию, можно разделить на следующие группы: - разогревы-расхолаживания; - стационарные режимы работы РУ; - плановые изменения мощности РУ; - динамические режимы (резкие изменения мощности РУ и ТГ); - режимы с незначительными температурными воздействиями; - прочие режимы. Наиболее подверженными воздействию воднохимических факторов и коррозии являются коллекторы и теплообменные трубы парогенераторов. Радиационному воздействию в наибольшей степени подвергаются корпуса реакторов.

9. Причины необходимости регистрации и оценки циклов нагружения оборудования в период ввода энергоблока в эксплуатацию.

Ответы:

Объяснить.

Верный ответ: В силу того, что в период ввода в эксплуатацию частота и интенсивность воздействий на оборудование имеют максимальные значения, испытания, выполняемые в период ввода в эксплуатацию, вносят заметный вклад в снижение остаточного ресурса оборудования. Особенно это относится к режимам испытаний, соответствующим нарушениям нормальных условий эксплуатации: отключениям различного оборудования, сбросам мощности, обесточиванию ГЦН, полному обесточиванию энергоблока и т.д.

10. Элементы конструкций реакторной установки ВВЭР-1000/1200, относящиеся к наиболее нагружаемым термомеханическими нагрузками.

Ответы:

Перечислить.

Верный ответ: Из наиболее нагружаемых термомеханическими нагрузками элементов конструкций РУ ВВЭР-1000/1200 следует отметить: Узлы соединения патрубков СУЗ, ВРК и воздушника с крышкой реактора; Патрубок Ду 850 корпуса реактора (горячий и холодный); Патрубок САОЗ корпуса реактора; Узел соединения патрубка КИП с корпусом реактора; Главный разъем реактора; Шпилька М170 главного разъема реактора; Узлы соединения кронштейна и ложементов с корпусом реактора; Узел крепления гнезда для образцов-свидетелей; Узел уплотнения чехла с патрубком СУЗ; Патрубок пара ПГ; Патрубок питательной воды ПГ; Патрубок аварийной питательной ПГ; Уплотнение люка на днище ПГ Ду 500; Уплотнение люка коллектора ПГ Ду 800; Нижняя часть коллектора ПГ – патрубок Ду 1200;

Патрубок продувки ПГ Ду 80; Патрубок уравнильного сосуда ПГ Ду 20; Коллектор пара ПГ; Разъем коллектора 1-го контура ПГ; Коллектор 1-го контура ПГ в районе уровня; Теплообменная трубка ПГ; Патрубок впрыска в КД; Патрубок сброса КД; Патрубок впрыска в КД от системы аварийного ввода бора (для новых проектов); Патрубки воздушника и уровнемера КД; Узел подсоединения опорной обечайки к нижнему днищу КД; Патрубок дыхательного (соединительного) трубопровода КД; Дыхательный (соединительный) трубопровод КД; Узел уплотнения смотрового люка КД; Патрубки подпитки и продувки 1-го контура; Трубопроводы пассивной части САОЗ; Защитная оболочка. Наиболее нагружаемыми вибрациями и пульсациями давления элементами РУ являются: внутрикорпусные устройства ректора, в том числе шахта внутрикорпусная, блок защитных труб (БЗТ), опорные трубы днища шахты; тепловыделяющие сборки (ТВС); главный циркуляционный насос; коллекторы ПГ; элементы главного циркуляционного трубопровода.

11. Основные характеристики, определяющие сейсмостойкость оборудования в условиях эксплуатации на АЭС.

Ответы:

Назвать две характеристики.

Верный ответ: Сейсмические нагрузки на оборудование АЭС существенно зависят как от собственных частот объекта, так и от демпфирующих процессов и характеристик (декрементов колебаний) в области резонансных частот.

12. Последовательность расчетно-экспериментального обоснования сейсмостойкости оборудования АЭС.

Ответы:

Перечислить.

Верный ответ: Последовательность расчетно-экспериментального обоснования сейсмостойкости: 1. Изучение проектной документации на оборудование и системы. 2. Разработка рабочих программ анализа сейсмостойкости оборудования, важного для безопасности, с определением собственных частот и декрементов колебаний. 3. Визуальный осмотр оборудования и оценка его соответствия проектным требованиям по монтажу и раскреплению. 4. Экспериментальное определение динамических характеристик оборудования в условиях стационарных систем. 5. Разработка расчетных моделей оборудования на основе установочных чертежей, уточненных данных по раскреплению и обвязке. 6. Корректировка расчетной модели по результатам динамических испытаний. 7. Расчет на сейсмостойкость типопредставителей оборудования по скорректированной расчетной схеме. 8. Разработка при необходимости мероприятий, направленных на доведение оборудования до уровня требуемой сейсмостойкости.

13. Виды рисков, приводящих к увеличению продолжительности работ и влияющих на сроки ввода энергоблока в эксплуатацию.

Ответы:

Перечислить.

Верный ответ: Процессные риски, возникающие при сооружении и вводе в эксплуатацию энергоблока, связанные с процессами организации и производства работ. Эти риски в существенной степени являются управляемыми, для них возможно планирование. Технические риски, связанные с несоответствием технического качества результатов работ установленным требованиям, не выявляемые на этапах разработки, проектирования и сооружения энергоблока, являющиеся скрытыми и выявляемыми только в период испытаний. Простые риски определяются полным перечнем непересекающихся событий, т.е. каждое из них рассматривается как не зависящее от других. Комплексные (составные) риски зависят от нескольких воздействующих простых рисков.

14. Структура и содержание деятельности по инженерной поддержке эксплуатации АЭС.

Ответы:

Кратко охарактеризовать.

Верный ответ: Структура инженерной поддержки эксплуатации АЭС в основном включает следующую деятельность: управление ресурсом, включающее смягчение условий и режимов эксплуатации; диагностика, включая диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта (ТОиР) по техническому состоянию, а также модернизация и продление эксплуатации. Новым направлением, появившимся в последние десятилетия, можно считать прогнозирование и предотвращение технологических нарушений эксплуатации, тесно связанное с мониторингом и диагностированием технического состояния систем и оборудования. Деятельность по инженерной поддержке эксплуатации АЭС охватывает: - мониторинг и диагностирование технического состояния систем и оборудования с целью надежного обеспечения выполнения ими своих функций в период всего жизненного цикла АЭС; - диагностическое обоснование и определение объемов и видов ремонта в рамках стратегии ТОиР оборудования по техническому состоянию; - управление ресурсом систем и оборудования АЭС с использованием результатов мониторинга и технического диагностирования как дополнительного средства при выполнении работ по контролю, прогнозированию и управлению ресурсом оборудования; - смягчение условий и режимов эксплуатации, замену, реконструкцию, модернизацию, переназначение срока службы систем и оборудования при реализации программ управления ресурсными характеристиками; - прогнозирование и предотвращение технологических нарушений эксплуатации оборудования; - обеспечение достоверности внутриреакторного контроля эксплуатационных параметров; Все направления этой деятельности требуют натурного обоснования, т.е. проведения испытаний в той или иной форме на натурном объекте в период промышленной эксплуатации.

15. Основные принципы риск-ориентированного подхода при выборе стратегии технического обслуживания и ремонта (ТОиР).

Ответы:

Кратко охарактеризовать.

Верный ответ: Переход на ТОиР оборудования по техническому состоянию возможен на основе оценок риска в деятельности по эксплуатации и ТО и Р оборудования, заключающийся в применении отдельных стратегий технического обслуживания и ремонтов оборудования в зависимости от его влияния на безопасность энергоблока АЭС. Метод подразумевает как использование количественных результатов вероятностного анализа безопасности (ВАБ) - мер значимости по Фусселю-Веселю (F-V) и значимости повышения риска (RAW), так и категоризацию оборудования на качественном уровне. Анализ на качественном уровне включает учет всех факторов, влияющих на значимость оборудования, а именно: - принадлежность к классу/группе в соответствии с требованием ПНАЭГ -7-008-89; - возможное нарушение, вызванное отказом оборудования; - признаки надежной эксплуатации; - степень влияния отказа оборудования на значение коэффициента использования установленной мощности (КИУМ); - различные уровни стоимости выполнения ремонтных работ. Расчетным путем производится оценка степени влияния отказа оборудования на технологический процесс в виде численных коэффициентов, в зависимости от значений которых назначается вид и объем технического обслуживания оборудования, включающего в себя, в том числе, и периодичность диагностического обследования.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».