

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Нововоронежский политехнический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НВПИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДЕН:

Педагогическим советом

«17» *марта* 2023г., протокол № 550

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

«Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами на АЭС»

Направление подготовки: 14.03.01. Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Нововоронеж 2023 г.

Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине «Обращение с ядерным топливом и РАО на АЭС»

1. Модели контролируемых компетенций:

Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенции:

ПК-17, Способен анализировать технологическую документацию с целью повышения эффективности производства и обеспечения качества выпускаемой продукции;

ПК-9.1 – Оперативное обслуживание основного и вспомогательного оборудования реакторного (реакторно-турбинного) цеха атомной электростанции

Согласно рабочему учебному плану направления в формировании данных компетенций участвуют дисциплины и виды практик:

ПК-17

Начертательная геометрия и инженерная графика

Техническая термодинамика

Общая энергетика

Организация производства и менеджмент

Физика ядерных реакторов

Обеспечение радиационной безопасности

Основы профессиональной коммуникации на иностранном языке

Неразрушающие методы контроля оборудования АЭС

Принципы обеспечения безопасности АЭС

Культура безопасности

Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами

Эксплуатация АЭС

Эксплуатация турбомашин АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

ПК-9.1

Принципы обеспечения безопасности АЭС

Монтаж и ремонт энергетического оборудования

Культура безопасности

Насосы, вентиляторы, компрессоры

Вспомогательное оборудование АЭС
 Технологические системы АЭС
 Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами
 Эксплуатация АЭС
 Эксплуатация турбомашин АЭС
 Производственная практика (эксплуатационная)
 Производственная практика (преддипломная)
 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- З.1.** технологическую документацию выпускаемой продукции;
- З.2.** методы планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования;

Уметь:

У.1. анализировать технологическую документацию с целью повышения эффективности производства и обеспечения качества выпускаемой продукции ;

У.2. планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования;

Владеть:

В.1. методами анализа технологической документации с целью повышения эффективности производства и обеспечения качества выпускаемой продукции

В.2. навыками планирования монтажно- наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования

Соотнесение знаний, умений и навыков с компетенциями приведено в таблице:

Индекс компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины «Обращение с ядерным топливом и РАО на АЭС» и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знания (З)	Умения (У)	Навыки (В)	
ПК-17, ПК-9.1	3.1, 3.2	У.1, У.2	В.1, В.2	Д Т э

Формой аттестации по дисциплине «Обращение с ядерным топливом и РАО на АЭС» является зачёт.

2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины*	Рубежный контроль	Макс. балл	Компетенции	Распределение баллов
1	Производство и обращение со свежим топливом	7 – Д	20	ПК-17, ПК-9.1	Д – 20 б.
2	Обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами	17 – Т	40	ПК-17, ПК-9.1	Т – 20б. Д – 20 б.
	экзамен		0-40	ПК-17, ПК-9.1	3 – 40 б.
	Итого		100		

Формами аттестации по дисциплине являются тест (Т), доклад (Д) и зачёт (З).

Оценивание контролируемых компетенций по разделам:

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
Раздел 1. Производство и обращение со свежим топливом			
1	Ядерные энергетические установки России. Характеристика ядерного топлива энергетических реакторов России.	ПК-17, ПК-9.1	Т1 Д
2	Конструкции ТВЭЛ, ТВС, ПЭЛ, СВП		
3	Обращение со свежим ядерным топливом на АЭС	ПК-17, ПК-9.1	Т1 Д
4	Стратегии перегрузок топлива.	ПК-17, ПК-9.1	Т1 Д
5	Перегрузки на РБМК	ПК-17, ПК-9.1	Т1 Д
6	Перегрузки на ВВЭР	ПК-17, ПК-9.1	Т1 Д
7	Перегрузки на БН	ПК-17, ПК-9.1	Т1 Д

Раздел 2. Обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами			
8	Обращение с отработавшим ядерным топливом на АЭС и за её пределами.	ПК-17, ПК-9.1	T2 Д
9	Переработка ядерного топлива	ПК-17, ПК-9.1	T2 Д
10	Образование РАО на АЭС	ПК-17, ПК-9.1	T2 Д
11	Технологии обращения с РАО	ПК-17, ПК-9.1	T2 Д
12	Системы СВО атомных станций	ПК-17, ПК-9.1	T2 Д
13	Захоронение РАО	ПК-17, ПК-9.1	T2 Д

Оценка выставляется преподавателем с учетом всех представленных студентами работ по дисциплине в течение семестра.

Формулировка результата	Показатели освоения результата	Средства оценки	Формируемые компетенции
В результате освоения дисциплины студент должен знать			
3.1. технологическую документацию выпускаемой продукции	Студент уверенно описывает физико-химические свойства топливных материалов, описывает технологическую цепочку производства современного оксидного топлива ВВЭР, РБМК, БН; изображает это топливо в произвольных видах и разрезах	T1 T2 Д	ПК-17
3.2. методы планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования	Студент уверенно называет и может изобразить эскизы и технологические схемы основного оборудования, применяемого при обращении с топливом и РАО: краны, машина перегрузочная, грузозахватные приспособления, чехлы, пеналы, система КГО	T1 T2 Д	ПК-9.1
В результате освоения дисциплины студент должен уметь			
У.1. анализировать технологическую документацию с целью	Студент способен объяснить цели и задачи перегрузочных операций на ядерных	T1 T2 Д	ПК-17

повышения эффективности производства и обеспечения качества выпускаемой продукции	реакторах		
У.2. планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования	Студент описывает конструкцию и принцип работы МП энергоблоков ВВЭР, а также РЗМ энергоблоков РБМК. Описывает в общих чертах схему обращения с ядерным топливом на энергоблоках БН. Знаком с номенклатурой грузозахватных приспособлений, оборудованием бассейнов выдержки	T1 T2 Д	ПК-9.1
В результате освоения дисциплины студент должен владеть			
В.1. методами анализа технологической документации с целью повышения эффективности производства и обеспечения качества выпускаемой продукции	Студент способен обсуждать вопросы работы с ЯТ и РАО технически грамотным языком с применением нормативной терминологии, знаком с главными положениями основополагающих документов (ФЗ, ФНП)	T1 T2 Д	ПК-17

3. Оценочные средства.

3.1. Тест по разделу 1

ВНИМАНИЕ! Вопросы, требующие развернутого ответа (3, 4, 9, 10, 12) оцениваются вдвое дороже, чем простые тестовые!

1. Выберите недостатки металлического топлива по сравнению с керамическим

- А) Более низкая температура плавления
- Б) Более высокие пластические свойства металлов
- В) Более высокая температура плавления
- Г) Металлическое топливо сильнее распухает под действием ионизирующих излучений
- Д) Металлическое топливо слабее взаимодействует с оболочкой ТВЭЛ

2. Укажите пути повысить эксплуатационные свойства металлического топлива

- А) Применить методы порошковой металлургии
- Б) Применить легирующие добавки к урану (молибден, алюминий и т.п.)
- В) Применить интенсификаторы теплообмена на поверхности ТВЭЛ
- Г) Эксплуатировать металлическое топливо при невысоких температурах

3. Предположите, почему топливные таблетки имеют высоту несколько большую, чем диаметр? И почему их не делают чрезмерно высокими?

4. Напишите известные Вам выгорающие поглотители, добавляемые в топливо ядерных реакторов в России.

5. Какой режим перегрузки топлива является оптимальным с точки зрения использования топлива?

- А) Режим непрерывных перегрузок (как у РБМК)
- Б) Режим однократной перегрузки активной зоны (как у кораблей)
- В) Режим частичных перегрузок с 1-1,5-летним интервалом между перегрузками (как у ВВЭР)

6. Выберите основную причину перехода с 1-летнего на 1,5-летний интервал между перегрузками топлива у реакторов ВВЭР

- А) Это увеличивает среднюю глубину выгорания топлива в реакторе
- Б) Это уменьшает среднюю глубину выгорания топлива в реакторе
- В) Это увеличивает выработку АЭС из-за снижения времени останова
- Г) Это снижает циклический износ элементов главного разъёма реактора

7. Непрерывная перегрузка реакторов РБМК осуществляется

- А) На реакторе в состоянии горячего останова
- Б) На реакторе, работающем на любом уровне мощности
- В) На реакторе, работающем на сниженной мощности

8. Для перегрузки реактора РБМК скафандр РЗМ стыкуют с технологическим каналом.

При этом

- А) Давление в канале и скафандре сбрасывают до атмосферного
- Б) Теплоноситель под номинальным давлением свободно циркулирует в канале и скафандре
- В) Теплоноситель номинального давления «запирают» в канале подачей чистого конденсата давлением выше, чем в канале (одновременно охлаждая отработавшую ТВС)
- Г) В скафандре РЗМ специально организуют циркуляцию теплоносителя из канала для охлаждения отработавшей ТВС

9. Укажите правильную последовательность движения свежих ТВС на АЭС с реакторами ВВЭР

- А) Установка мостовым краном ХСТ (УСТ) на кантователь и кантовка
- Б) Установка полярным краном в гнездо универсальное в бассейне выдержки
- В) Установка машиной мерегрузочной в активную зону
- Г) Установка в чехол свежего топлива
- Д) Наружный осмотр, измерительный контроль, сверка маркировки
- Е) Погрузка на транспортную платформу в чехле
- Ж) Установка машиной мерегрузочной в стеллаж бассейна выдержки
- З) Транспортировка из ХСТ (УСТ) в реакторное отделение

10. Укажите правильную последовательность движения отработавших ТВС на АЭС с реакторами ВВЭР

- А) Установка в пенал СОДС и проведение стендового контроля герметичности
- Б) Выгрузка транспортного контейнера из гнезда универсального полярным краном
- В) Наведение мерегрузочной машины на ячейку в АЗ, установка захвата кассеты
- Г) Выгрузка ОТВС из стеллажа и установка в транспортный контейнер для ОЯТ
- Д) Подъем ОТВС из АЗ в транспортное положение
- Е) Установка ОТВС в пенал герметичный
- Ж) Установка машиной мерегрузочной в стеллаж бассейна выдержки
- З) Контроль герметичности оболочек сиппинг-методом в штанге машины мерегрузочной

11. Выдержка топлива реакторов БН производится

- А) Весь срок выдержки в среде натрия
- Б) Весь срок выдержки в водном бассейне
- В) Сначала в среде натрия, потом в водном бассейне

12. Объясните кратко выбор своего ответа на вопрос № 11.

КЛЮЧ

- 1. А, Г
- 2. Б, Г
- 3. Для исключения возможности заклинивания при опускании их в оболочку твэла. Но чрезмерно высокие таблетки будут подвержены растрескиванию от перепадов температуры
- 4. Эрбий, гадолиний.
- 5. А
- 6. В
- 7. Б

8. В

9. А-Д-Г-Е-З-Б-Ж-В

10. В-Д-З-А-(Е,Ж)-Г-Б

11. В

12. Остаточное энерговыделение свежееизвлеченного ОЯТ БН слишком велико, чтобы его можно было снять водой.

Указания для проверяющего

За вопросы, требующие развернутого ответа (3, 4, 9, 10, 12), начисляется по 11,6%.

За частично правильный развернутый ответ (верный фрагмент цепочки из 4-6 звеньев, либо нечетко выраженная правильная мысль и т.д.) проверяющий начисляет по 5-10%.

За простые вопросы (1, 2, 5, 6, 7, 8, 11) начисляется по 6%.

3.2. Тест по разделу 2.

ВНИМАНИЕ! Вопросы, требующие развернутого ответа, оцениваются вдвое дороже, чем простые тестовые!

1. В российской практике топливо реакторов ВВЭР-1000 и РБМК-1000

А) Перерабатывается на комбинате «Маяк» (Г. Озёрск)

Б) Хранится в пристанционных хранилищах

В) Захоранивается в глубинных геологических пластах

Г) Частично хранится на АЭС, частично – на Горно-химическом комбинате (г. Железногорск)

2. Укажите правильный порядок операций по переработке ОЯТ атомных станций

А) Выдержка в бассейнах атомных станций

Б) Хранение в хранилищах радиохимического завода

В) Очистка и упаривание растворов солей урана и плутония

Г) Получение оксидов урана и плутония из упаренных растворов

Д) Растворение топлива в кислоте

Е) Рубка топлива на мелкие фрагменты

Ж) Отделение плутония от урана (реэкстракция)

З) Экстракция урана и плутония органическим растворителем

3. Объясните отличие квот на выброс от контрольных уровней для газоаэрозольных выбросов АЭС

4. Выберите способ отверждения РАО, при котором стойкость компаунда к выщелачиванию – наибольшая

А) Битумирование

Б) Остекловывание

В) Цементирование

Г) Упаривание до солевого плава

5. Выберите методы обработки ЖРО, фактически используемые в системе спецканализации и обращения с трапными водами АЭС с ВВЭР-1000

- А) Отстаивание с реагентами
- Б) Электродиализ
- В) Фильтрация на обратноосмотических мембранах
- Г) Выпаривание
- Д) Очистка на ионообменных фильтрах

6. Укажите правильную последовательность установок для схемы регенерации борной кислоты

- А) Бак сбора борсодержащих вод
- Б) Выпарной аппарат
- В) Механический фильтр
- Г) Бак концентрата борной кислоты
- Д) Ионообменные фильтры

7. Объясните, почему битумирование ЖРО должно производиться при температурах около 140-160 градусов

8. Поставьте в соответствие полное наименование систем СВО на АЭС с реакторной установкой В-320 с их номерами

- | | |
|---|----------------------------------------------------------------|
| 1 | А) Система переработки трапных вод |
| 2 | Б) Система очистки вод бассейна выдержки |
| 3 | В) Система очистки душевых и прачечных вод |
| 4 | Г) Система непрерывной очистки теплоносителя первого контура |
| 5 | Д) Система очистки борсодержащих вод |
| 6 | Е) Система высокотемпературной байпасной очистки теплоносителя |
| 7 | Ж) Система очистки продувки и дренажа парогенераторов |

9. Выберите способы захоронения РАО, не предусмотренные федеральными нормами и правилами

- А) В пунктах приповерхностного захоронения
- Б) В пунктах глубокого захоронения
- В) В подземных горизонтах-коллекторах
- Г) Сброс на дно океана
- Д) Удаление за пределы Земли

10. Захоронение ЖРО в подземных горизонтах-коллекторах

- А) Не допускается
- Б) Допускается при выполнении определенных условий, но не применяется из-за высокой опасности такой практики
- В) Допускается при выполнении определенных условий, и такие полигоны существуют в гидроизолированных пластах

11. «Хвосты» горнодобывающей урановой промышленности

- А) Относятся к радиоактивным отходам
- Б) Не относятся к радиоактивным отходам

12. Реперными нуклидами для оценки выбросов и сбросов АЭС являются

- А) Цезий, йод, тритий
- Б) Цезий, стронций
- В) Плутоний и другие трансураниевые элементы

КЛЮЧ

1. Г
2. А-Б-Е-Д-З-Ж-В-Г
3. Контрольные уровни допускается превышать при условии соблюдения квот.
4. Б
5. А, Г, Д
6. А-Б-В-Д-Г
7. Достаточно для выкипания воды, битум в жидкой форме и недостаточно горячий для воспламенения.
8. 1-Е, 2-Г, 3-А, 4-Б, 5-Ж, 6-Д, 7-В
9. Г, Д
10. В
11. А
12. А

Указания для проверяющего

За вопросы, требующие развернутого ответа (2,3,6,7, 8), начисляется по 11,6%.

За частично правильный развернутый ответ (верный фрагмент цепочки из 4-6 звеньев, либо нечетко выраженная правильная мысль и т.д.) проверяющий начисляет по 5-10%.

За простые вопросы (1,4,5,9,10,11,12) начисляется по 6%.

3.3. Доклад.

3.3.1. Выполнение доклада (20 б.)

Проанализировать 4-8 источников (учебники, справочники, статьи в журналах, электронные ресурсы) по заданной теме (реакторные материалы и топливо, обращение с РАО). Дать краткий реферат объемом 10-15 страниц. Список литературы оформить в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 «Библиографическая ссылка», список электронных (включая интернет) источников – в соответствии с разделом 10 указанного ГОСТ Р.

Допускается замена или переформулирование темы по согласованию, но в той же области. Рекомендуется тематика работоспособности твэлов, переработки ОЯТ, проблемы безопасного хранения РАО.

Реферат, над которым откровенно не старались, грубое перепечатывание текстов из интернета – оценивается в 0 баллов и не допускается к защите.

Собственноручно написанный на основании литературного обзора реферат, содержащий оригинальные источники и собственные выводы – оценивается в 20 баллов.

Промежуточные варианты оцениваются в 12-19 баллов.

Проверка реферата осуществляется в рамках аттестации раздела 1 (неделя 7). За каждую неделю просрочки сдачи реферата рекомендуется снижать оценку на 1 балл.

3.3.2. Защита доклада

Предусмотрено два формата защиты – закрытая и публичная.

При закрытой защите студент отвечает на 3-4 вопроса преподавателя (рекомендуются вопросы по тексту доклада, а также из разд. 3.4 данного ФОС). Выставляется оценка от 8 до 15 баллов.

При открытой защите студент выступает в течение 5-7 минут перед группой, вопросы могут задавать другие студенты. Выставляется оценка от 12 до 20 баллов.

При неудовлетворительной открытой защите (чтение речи с листа, отсутствие внятных ответов на задаваемые вопросы) доклад не аттестуется. Передача возможна в закрытой форме.

3.3.3. Примерный перечень тем доклада

Студент может сам предложить тему, не включенную в данный список.

1. Реакторный графит.
2. Ядерное топливо РБМК
3. Ядерное топливо ВВЭР
4. Ядерное топливо БН
5. Конструкция ТВС реактора ВВЭР
6. Производство оксидного топлива ядерных реакторов
7. Гексафторид урана и его применение
8. Гадолиний в топливе ядерных реакторов
9. Применение борной кислоты в управлении ВВЭР
10. Материалы поглощающих стержней ядерных реакторов
11. Зона воспроизводства в реакторе БН
12. Расплав урановой соли как композиция активной зоны
13. Нейтронно-физические свойства изотопов урана
14. Физико-химические свойства урана и плутония
15. Производство и эксплуатация МОКС-топлива
16. Перспективы применения карбидного топлива
17. Перспективы применения нитридного топлива
18. Гранулированное топливо высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов
19. Шаровые твэлы газоохлаждаемых реакторов
20. Работа перегрузочной машины реактора ВВЭР-1000
21. Работа разгрузочно-загрузочной машины реактора РБМК-1000
22. Бассейн выдержки энергоблока ВВЭР-1000
23. Бассейн выдержки реактора РБМК
24. Распухание ядерного топлива
25. Пароциркониевая реакция и ее влияние на безопасность
26. Деградация оболочек твэлов
27. Технологии переработки ОЯТ
28. Методы экстракции урана и плутония
29. Пюрекс-метод извлечения плутония
30. Радиохимические заводы России
31. Образование ЖРО на станциях
32. Упаривание жидких РАО
33. Классификация РАО по различным параметрам
34. Обзор федеральных норм и правил в части обращения с РАО
35. Обзор федеральных норм и правил в части обращения с ЖРО
36. Обзор федеральных норм и правил в части захоронения РАО
37. Обзор федеральных норм и правил в части транспортировки радиоактивных материалов
38. Обзор федеральных норм и правил в части обращения с ОЯТ
39. Битумирование ЖРО
40. Обращение с газами и аэрозолями на АЭС
41. Цементирование ЖРО
42. Остекловывание ЖРО
43. Образование и обращение с твердыми РАО

44. Захоронение твердых и отвержденных жидких РАО
45. Утилизация оружейного плутония
46. Нарботка плутония и проблема нераспространения
47. Очистка стоков атомных станций
48. Утилизация долгоживущих радионуклидов выжиганием
49. Хранилища РАО в России
50. Экологические последствия аварий на радиохимических производствах

3.4. Устные опросы

Вопросы, приведённые ниже, могут быть использованы при защите доклада, на зачёте, а также для текущего контроля знаний на лекциях. Стоимость в баллах не регламентируется.

РАЗДЕЛ 1. Производство и обращение со свежим топливом

1. Изобразите схематично продольный (поперечный) разрез твэла реактора РБМК (ВВЭР, БН).
2. Изобразите схематично продольный (поперечный) разрез ТВС реактора ВВЭР (РБМК, БН).
3. Назовите основные свойства металлического урана, препятствующие его применению как топлива.
4. Назовите основные свойства оксида (карбида, нитрида) урана, способствующие его применению как топлива.
5. Оцените приблизительно годовую потребность реактора ВВЭР-1000 (ВВЭР-440) в ядерном топливе в тоннах
6. Опишите различия в обращении с топливом в закрытом и открытом ЯТЦ
7. Изобразите схематично эскиз зоны работы перегрузочной машины.
8. Изобразите схематично эскиз перегрузочной машины.
9. Изобразите схематично эскиз рабочей штанги перегрузочной машины.
10. Изобразите схематично расстановку ОТВС в бассейне выдержки.
11. Что представляет из себя бассейн выдержки?
12. Назовите основные операции, выполняемые со свежим топливом.
13. Назовите основные грузозахватные приспособления и оснастку для транспортирования топлива.
14. Опишите кратко работу системы контроля герметичности оболочек (в пеналах).
15. Опишите кратко работу системы контроля герметичности оболочек (в штанге МП).
16. Как поступают с негерметичными ТВС?
17. Опишите стратегию движения топлива по активной зоне ВВЭР.
18. В какую зону загружается свежее топливо реактора БН? Топливо второго года?
19. С какой частотой перегружается топливо реактора ВВЭР? РБМК?

РАЗДЕЛ 2. Обращение с отработанным топливом и радиоактивными отходами

1. Как классифицируются РАО по активности? по состоянию?
2. Как котируются газообразные выбросы АЭС?
3. Как нормируется сброс ЖРО с АЭС?
4. Опишите кратко технологический процесс обращения с отработанным топливом после выдержки в бассейне.
5. Опишите кратко технологический процесс переработки отработанного топлива.
6. Перечислите критерии отнесения твердых отходов к РАО.
7. Опишите кратко технологический процесс очистки газов и аэрозолей на АЭС.
8. Изобразите принципиальную технологическую схему установки упаривания ЖРО.

9. Изобразите принципиальную технологическую схему установки цементирования.
10. Для чего применяется выдержка концентрата кубового остатка в монжюсах? Опишите конструкцию монжюса.
11. Опишите типичный химический состав ЖРО
12. Каково типичное солесодержание кубового остатка? Концентрата кубового остатка?
13. Напишите основные уравнения теплового баланса процесса упаривания кубового остатка.
14. Какие варианты захоронения РАО предусмотрены в России нормативными документами?

3.5. Задания для проведения зачёта.

Зачёт по дисциплине «Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами» проводится в устной форме. Студент отвечает в течение 2-3 минут на вопрос из приведённого ниже списка. Если тема доклада студента относилась к топливу ядерных реакторов, то вопрос на зачёт ему выдаётся из части 2. Если тема доклада студента относилась к обращению с отработавшим топливом и радиоактивными отходами, то вопрос на зачёт выдаётся из части 1.

Часть 1. Топливо ядерных реакторов

1. Ресурсная база атомной энергетики. Запасы урана и тория.
2. Физико-химические свойства урана и его технически важных соединений.
3. Добыча и выделение из руды урана.
4. Технологии обогащения урана.
5. Производство керамического топлива ядерных реакторов
6. Дegradация металлического топлива при эксплуатации
7. Дegradация керамического топлива при эксплуатации
8. Требования к топливу ядерных энергетических реакторов
9. Конструкция АЗ и ТВС реакторов ВВЭР
10. Конструкция АЗ и ТВС реакторов РБМК.
11. Конструкция АЗ и ТВС реакторов БН
12. Конструкция АЗ и ТВС газоохлаждаемых реакторов с магноксовым топливом
13. Конструкция АЗ и ТВС высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов с микротвэльным топливом
14. Эволюция твэлов и ТВС реакторов ВВЭР
15. Приемка топлива на АЭС. Узел свежего топлива, его функции и оборудование
16. Транспортно-технологические операции при загрузке топлива в реактор
17. Контроль герметичности оболочек при эксплуатации и перегрузке топлива
18. Транспортно-технологические операции при перегрузке топлива.
19. Конструкции и эксплуатация бассейнов выдержки
20. Машина перегрузочная энергоблоков ВВЭР
21. Машина разгрузочно-загрузочная реакторов РБМК
22. Особенности перегрузки топлива на БН и применяемое оборудование.
23. Транспортировка и хранение ОЯТ за пределами АЭС. Контейнеры.

Часть 2. ОЯТ и радиоактивные отходы ядерного топливного цикла

24. Технологии регенерации урана из ОЯТ.
25. Извлечение плутония из ОЯТ
26. Производство и эксплуатация МОКС-топлива
27. Нарботка и утилизация оружейного плутония
28. Проблема нераспространения ядерных материалов, противодействие терроризму.
29. Радиохимические предприятия России.
30. Аварии на радиохимических предприятиях и их последствия.
31. Образование радиоактивных отходов на АЭС
32. Классификация радиоактивных отходов
33. Методы обращения с жидкими РАО (обзор)
34. Термические методы обработки ЖРО (упаривание).
35. Методы очистки ЖРО. Ионнообменные технологии.
36. Цементирование ЖРО
37. Битумирование ЖРО.
38. Остеклование ЖРО
39. Обращение с твердыми РАО. Прессование и дезактивация, способы дезактивации.
40. Обращение с твердыми РАО. Сжигание. Схемы установок.
41. Очистка газов и аэрозолей на АЭС, контроль выбросов.
42. Обращение с трапными водами атомных станций
43. Очистка теплоносителя атомных станций
44. Обращение с прачечными и душевыми водами атомных станций
45. Обращение с борсодержащими водами атомных станций с реакторами ВВЭР.
46. Захоронение РАО. Общие положения, критерии приемлемости для захоронения, допускаемые способы захоронения.

Полностью верный ответ на вопрос оценивается в 40 баллов.

Ответ с незначительными отклонениями от правильного, либо слишком краткий – 35-39 баллов

Ответ, потребовавший наводящих вопросов и подсказок преподавателя – 30-34 баллов

Ответ, данный фрагментарно, с фактическими ошибками – 24-29 баллов

При явном незнании ответа на вопрос студент считается не сдавшим зачёт (0 баллов).

Критерии оценки дисциплины

Итоговая сумма баллов	Оценка по 4-бальной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS	Градация
90-100	отлично	зачтено	A	отлично
85-89	хорошо		B	очень хорошо
75-84			C	хорошо
70-74			D	удовлетворительно

65-69	удовлетворительно		Е	посредственно
60-64				
ниже 60	неудовлетворительно	не зачтено	Ф	неудовлетворительно

Зачтено «Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Зачтено «Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.

Зачтено «Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Зачтено «Удовлетворительно»- теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Зачтено «Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

Не зачтено «Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.