

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)

УТВЕРЖДЕНА:

Руководителем НВПИ НИЯУ МИФИ


Е.Н. Булатова
«14» марта 2023г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«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.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 кредита, 216 час.

<i>Контактная работа</i>	80	часа
лекции	32	часов
практические занятия	48	часов

Самостоятельная работа **100** **часов**

Форма отчетности:

экзамен 6 семестр

Курсы: 3

Семестры: 6

Практическая подготовка **72 час**

Лекции практическая подготовка	16 час
Практика практическая подготовка	48 час
Самостоятельная работа практическая подготовка	4 часа
Контроль	4 часа

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения учебной дисциплины «Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами» является подготовка студента к выполнению проектно-конструкторской, исследовательской, эксплуатационной, монтажной, наладочной и ремонтной деятельности в области приемки, хранения, эксплуатации, переработки, упаковки и отправки ядерного топлива (ЯТ) и радиоактивных отходов (РАО) на АЭС.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение конструкции и технологии производства и переработки ядерного топлива в ядерном топливном цикле;
- формирование комплекса знаний по оборудованию АЭС, предназначенному для обращения со свежим и отработанным ЯТ, и основным технологическим операциям при приёмке, перемещению, перегрузке и отправке ЯТ;
- изучение технологий и оборудования для обращения с радиоактивными отходами в зависимости от их происхождения и классификации;
- формирование у студента способности работать с нормативными документами в части обеспечения безопасности работ с ЯТ и РАО.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами на АЭС» относится к Дисциплины (модули) по выбору 5 (ДВ.5) Блока 1, изучается в 6 семестре.

Для освоения данной дисциплины требуются знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплин:

- физика ядерных реакторов
- кинетика ядерных реакторов
- ядерные энергетические реакторы
- атомные электростанции

Компетенции, полученные при изучении дисциплины, помогут студентам при дипломном проектировании, формируя у студентов практические навыки, необходимые при эксплуатации энергоблоков. Дисциплина «Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами» связывает воедино знания конструкций основного и вспомогательного оборудования для обращения с ЯТ и РАО и знания принципов надежной и эффективной работы этого оборудования совместно с ЯЭУ.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

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

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практ. работы	Лаб. работы	В т.ч. в ИФ	Самостоятельная работа			
Семестр 6										
1	Производство и обращение со свежим топливом	1 - 7	14	24	–	-	50	-	7 Д	20
2	Обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами	8 -17	18	24	–	-	50	10, 12, 16 Д	17 Т	40
3	экзамен		32	48		-	100			40
4	Итого за 6 семестр									100

Примечание: УО – Т – тест, Д – доклад

4.2 Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Лекционные занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лекционного занятия	Кол-во акад. часов
1	Производство и обращение со свежим топливом	<p>Введение</p> <p>Ядерные энергетические установки России. Характеристика ядерного топлива энергетических реакторов России.</p> <p>Конструкции ТВЭЛ, ТВС, ПЭЛ, СВП.</p> <p>Свойства уранового и плутониевого топлива. МОХ-топливо. Таблетки ТВЭЛ. Оболочка ТВЭЛ. Конструктивное исполнение ТВС. Характеристики СВП, ПЭЛ.</p> <p>Обращение со свежим ядерным топливом на АЭС.</p> <p>Приемка, учет и безопасное хранение свежего ядерного топлива. Чехлы для свежего топлива, герметичные пеналы. Оборудование для транспортировки в пределах территории АЭС свежего ядерного топлива. Требования ядерной безопасности к перемещению ядерного топлива.</p> <p>Стратегии перегрузок топлива</p> <p>Позонное перемещение топлива в реакторах по годам его эксплуатации. Контроль герметичности оболочек ТВЭЛ при каждом перемещении ядерного топлива. Методы ограничения и регулирования выгорания свежего ядерного топлива в активной зоне. Контроль энерговыделения ТВС по высоте и радиусу активной</p>	14

		<p>зоны. Выдержка отработавшего ядерного топлива.</p> <p>Перегрузки на РБМК Технология перегрузок на реакторах РБМК. Механизмы, зоны и помещения реакторных отделений, участвующие в перегрузках ядерного топлива в реакторах типа РБМК. Технология перегрузок ядерного топлива при работе блока на мощности. Конструкция и функции разгрузочно-загрузочной машины. Нештатные ситуации при перегрузках реактора на мощности и пути их разрешения.</p> <p>Перегрузки на ВВЭР Технология перегрузок на реакторах ВВЭР. Механизмы, зоны и помещения реакторных отделений, участвующие в перегрузках ядерного топлива в реакторах типа ВВЭР. Алгоритмы безопасной технологии управления операциями по перегрузке ядерного топлива. Структура системы управления машиной разгрузочной, системы телевизионного контроля и документирования за проведением операций. Запреты и блокировки, формируемые системой контроля перегрузок и общеблочной системой контроля и управления. Роль операторов в системах контроля и управления перегрузками ядерного топлива. Организация работы ЦЦР при перегрузке топлива</p> <p>Перегрузки на БН Технология перегрузок на реакторах БН. Механизмы, зоны и помещения реакторных отделений, участвующие в перегрузках ядерного топлива в реакторах типа БН. Особенности перегрузок ядерного топлива на реакторах типа БН. Технология «малых» перегрузок. Технология «больших» перегрузок.</p>	
2	Обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами	<p>Обращение с отработавшим топливом на АЭС и за её пределами. Выдержка отработавшего ядерного топлива в реакторных зонах отстоя. Конструкции транспортных упаковочных контейнеров (ТУК) для разных отработавших ТВС. Погрузка отработавших ТВС в ТУКи для разных типов реакторов и отправка за пределы АЭС.</p> <p>Переработка ядерного топлива Рассматриваются главные радиохимические заводы России. Рассматриваются основные радиохимические технологии, применяемые при регенерации ядерного топлива и обращении РАО, образующихся при регенерации. Рассматриваются технологии длительного хранения ОЯТ и РАО на радиохимических заводах.</p> <p>Образование РАО на АЭС. Образование жидких, газообразных и твёрдых отходов, их активность. Требования к выбросам и</p>	18

	<p>сбросам АЭС.</p> <p>Технологии обращения с РАО Классификация РАО. Радиационный контроль РАО. Обращение с радиоактивными газами и аэрозолями, квотирование выбросов. Технологии обращения с ЖРО. Концентрирование и отверждение ЖРО. Обращение с твердыми РАО. Дезактивация, прессование, сжигание.</p> <p>Системы СВО атомных станций Системы спецводоочистки атомных станций с реакторами ВВЭР и РБМК. Применение в них технологий фильтрации, выпаривания и др. Технологические схемы, оборудование, взаимосвязь, режимы работы.</p> <p>Захоронение РАО Проблемы окончательного захоронения РАО. Нормативная документация. Опыт возведения пунктов захоронения. Исследования по глубинному захоронению РАО. Проблема накопления РАО на АЭС. Проблема устаревающих хранилищ. Национальный оператор по обращению с РАО.</p>	
Итого		32

Раздел 1. Производство и обращение со свежим топливом (14 ч.)

Лекция 1. Вводная. Ресурсная база атомной энергетики, 2 ч.

Представление преподавателя. Место дисциплины в учебном плане. Важность обращения с ядерным топливом и РАО на атомных станциях и других предприятиях ядерного топливного цикла. Топливные и сырьевые нуклиды. Ресурсная база российской и мировой атомной энергетики.

Добыча урановых руд, извлечение урана. Обогащение урана.

Лекция 2. Свойства топливных композиций, 2 ч.

История металлического ядерного топлива. Его недостатки и способы борьбы с ними. Механизмы деградации металлического топлива. Влияние легирования и глубины выгорания.

Керамическое топливо и его свойства. Виды керамики. Требования к топливу промышленных ядерных реакторов. Требования к оболочкам. Деградация стальных и циркониевых оболочек керамического топлива.

Лекция 3. Топливо легководных реакторов, 2 ч.

Технология производства оксидного топлива для ВВЭР и РБМК. Конструкция ТВС и твэлов реакторов ВВЭР. Эволюция топлива ВВЭР (рост обогащения, совершенствование каркаса жёсткости ТВС, применение гадолиния, снижение зазоров и т.д.)

Эволюция топлива ВВЭР (продолжение). Переход на 1,5-летнюю кампанию. Конструкция и эволюция топлива РБМК. Переход РБМК на эрбиевое топливо.

Лекция 4. Обращение со свежим топливом на АЭС, 2 ч.

Приемка, учет и безопасное хранение свежего ядерного топлива. Оборудование хранилищ свежего топлива на АЭС с реакторами ВВЭР. Оборудование для транспортировки в пределах территории АЭС свежего ядерного топлива. Требования ядерной безопасности к перемещению ядерного топлива

Транспортно-технологическое оборудование реакторного отделения ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200. Доставка свежего топлива в реакторное отделение

Лекция 5. Перегрузка ядерного топлива I, 2 ч.

Стратегии перегрузок ВВЭР, РБМК, БН, транспортных реакторов. Позонное перемещение топлива в реакторах по годам его эксплуатации. Картограммы загрузок реакторов.

Перегрузочное оборудование энергоблока ВВЭР-1000. Машина перегрузочная. Бассейн выдержки и бассейн перегрузки.

Лекция 6. Перегрузка ядерного топлива II, 2 ч.

Технологические операции и контроль их выполнения при перегрузке топлива реакторов ВВЭР. Защиты и блокировки машины перегрузочной.

Контроль герметичности оболочек реакторов ВВЭР. Сиппинг-метод, стендовый метод (реперные нуклиды, оборудование, последовательность операций).

Лекция 7. Перегрузка ядерного топлива III, 2 ч.

Перегрузка топлива РБМК. Разгрузочно-загрузочная машина, её конструкция и принцип работы. Операции при перегрузке.

Перегрузочное оборудование реакторов БН. Консольные перегрузочные машины, наклонные элеваторы. Хранение отработанного топлива в натрии и воде.

Раздел 2. Обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами (18 ч.)

Лекция 8. Обращение с отработанным ядерным топливом, 2 ч.

Открытый и закрытый ядерный топливный цикл. Особенности ядерного топливного цикла России. Места хранения и переработки ОЯТ в России.

Транспортировка и хранение ОЯТ реакторов ВВЭР и РБМК на радиохимические заводы. Транспортные контейнеры. Хранилища атомных станций и радиохимических заводов

Лекция 9. Регенерация ядерного топлива, 2 ч.

Пюрекс-технология регенерации ядерного топлива. Предварительные операции, экстракция, реэкстракция, разделение урана и плутония.

Нераспространение ядерного оружия. Проблема плутония. Организационные и технические меры по нераспространению. REMIX-технология и ей подобные.

Лекция 10. Классификация радиоактивных отходов, 2 ч.

Виды радиоактивных отходов, их классификация по активности и фазовому состоянию. Нормативно-правовая и нормативно-техническая база.

Квотирование выбросов АЭС. Специфические виды отходов ядерного топливного цикла (атомный флот, обеднённый уран, хвостохранилища).

Лекция 11. Образование РАО и обращение с ними, 2 ч.

Источники РАО на АЭС. Требования федеральных норм и правил по обращению с радиоактивными отходами.

Технологии обращения с радиоактивными отходами (обзор): отстаивание, фильтрация, ионообменные технологии.

Лекция 12. Обращение с РАО на энергоблоках ВВЭР I, 2 ч.

Термические методы обращения с РАО (упаривание). Обзор систем СВО энергоблока ВВЭР-1000.

Системы СВО-1 и СВО-2, их состав и оборудование.

Лекция 13. Обращение с РАО на энергоблоках ВВЭР II, 2 ч.

Системы СВО-3,4,5, их состав и оборудование.

Системы СВО-6,7, их состав и оборудование. Связь систем СВО между собой.

Лекция 14. Обращение с твёрдыми и отверждёнными РАО, 2 ч.

Отверждение ЖРО: остекловывание, битумирование, цементирование. Обзор схем установок для отверждения РАО.

Классификация и сортировка твёрдых РАО. Методы обработки: прессование, сжигание, дезактивация.

Лекция 15. Обращение с газоаэрозольными выбросами АЭС, 2 ч.

Образование газов и аэрозолей на АЭС. Очистка от пыли на фильтрах и скрубберах, йодные фильтры.

Схемы обращения с дымовыми газами при сжигании РАО. Спецвентиляция АЭС.

Лекция 16. Захоронение РАО, 2 ч.

Формулировка проблемы захоронения РАО. Нормативная база. Пригодность РАО для захоронения. российский и мировой опыт возведения пунктов захоронения.

Исследования по глубинному захоронению РАО. Проблема накопления РАО на АЭС. Проблема устаревающих хранилищ. Захоронение в горизонтах-коллекторах. Национальный оператор по обращению с РАО, тарифная политика.

4.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание практического занятия	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Производство и обращение со свежим топливом	Выдача задания на доклад. Решение задач на оценку активности различных видов топлива и отходов	4	
		Оценка дозовых нагрузок при внешнем облучении	4	
		Оценка дозовых нагрузок при внутреннем облучении. Дозовые коэффициенты по НРБ	4	
		Подготовка доклада, репетиция выступления	12	
2	Обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами	Выступление студентов с докладами (формат конференции)	10	
		Расчёты теплового баланса и потребности в паре выпарных аппаратов	4	
		Выступление студентов с докладами, завершение. Выводы и рекомендации преподавателя по результатам выступления	10	
		Финальный тест по всему материалу	2	
Итого			48	

4.2.4 Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Производство и обращение со свежим топливом	Самостоятельное изучение тем модуля	20	—
		Подготовка текста доклада	20	—
2	Обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами	Подготовка выступлению с докладом и презентацией	20	—
		Самостоятельное изучение тем модуля	20	—
		Подготовка к тесту	20	—
Итого			100	—

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и вопросы для самостоятельного изучения
1	Переходные процессы	Изучение конструкторской и технологической до-

	в ядерных реакторах	кументации на топливо ядерных реакторов, изучение нормативно-технической и технологической документации в части перегрузок топлива и обращения с РАО (10 ч.) Подготовка текста доклада (20 ч.)
2	Регулирование ядерных реакторов	Самостоятельное изучение: системы СВО энергоблоков ВВЭР и РБМК, международные договоры в области ядерных материалов (10 ч.) Подготовка к выступлению с докладом (10 ч.) Подготовка к тесту (10 ч.)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами» используются различные образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в форме лекций с применением компьютерного проектора, комплекта настенных плакатов. Для контроля усвоения студентом модулей данного курса широко используются тестовые технологии, то есть банк вопросов в открытой (обучающей) и закрытой (тестовой) форме, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного модуля курса или всего курса в целом. Варианты используемых тестов приведены ниже. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала и рекомендуемой литературы для подготовки теоретического материала, решения тестов и выполнения доклада.

5.2. Информационные технологии

Для освоения дисциплины необходимы:

- учебная аудитория, оснащённая проектором, экраном;
- программное обеспечение: средства работы с документами и электронные таблицы (Microsoft Office или Open Office).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

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

6.1.1 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

В результате освоения дисциплины студенты для формирования данных компетенций должны:

Знать:

3.1. технологическую документацию выпускаемой продукции;

3.2. 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

6.1.2 Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1	Производство и обращение со свежим топливом	ПК-17 ПК-9.1	–	Д
2	Обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами	ПК-17 ПК-9.1	Д	Т

№ 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-12 ПКП-5	Д – 20 б.

2	Обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами	17 Т	40	ПК-12 ПКП-5	Д – 20 б. Т – 20 б.
	экзамен		40		3 – 40 б.
	Итого		100		100

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

6.2. Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации (аннотация).

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Т1	Тест по топливу ядерных реакторов	Набор вопросов с вариантами ответов
2	Т2	Тест по обращению с ОЯТ и РАО	Набор вопросов с вариантами ответов
3	Д	Доклад студента по одной из тем по выбору с предоставлением реферата и публичным выступлением (защитой)	Примерный перечень тем, требования к реферату, требования к защите
4	УО1	Устный опрос 1 по теме «Топливо ядерных реакторов»	Набор вопросов
5	УО2	Устный опрос 2 по теме «Перегрузка ядерного топлива»	Набор вопросов
6	УО3	Устный опрос 3 по теме «Обращение с отработанным топливом и РАО»	Набор вопросов
7	З	Зачёт по дисциплине в письменной форме	Набор вопросов с вариантами ответов

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Беденко, С. В. Ядерная физика: хранение облученного керамического ядерного топлива [Текст] : учеб. пособие для вузов / С. В. Беденко, И. В. Шаманин. – Москва : Юрайт, 2018. – 191с.

2. Физико-технические основы современной ядерной энергетики. Перспективы и экологические аспекты [Текст] : [учеб. пособие] / В. А. Аспе [и др.]. – Долгопрудный : Интеллект, 2014. – 296 с.

2. Пронкин, Н.С. Обеспечение безопасности хранилищ радиоактивных отходов предприятий ядерного топливного цикла [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Н. С. Пронкин, Р. Б. Шарафутдинов, В. И. Савандер. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. – Режим доступа:

http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=2012092426&PATH=book-mephi%2FPronkin_Obespechenie_bezopasnosti_hranilisch_radioaktivnyh_2011.pdf

3. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами в атомной энергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Н. Н. Давиденко [и др.]. - Москва : МИФИ, 2007. – Режим доступа: http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=pdf&P21DBN=BOOK&path=book-mephi/Davidenko_Obraschenie_s_otrabotavshim_yadernym_2007&page=1&Z21ID=115145761955910395438

б) Дополнительная литература:

4. Сваровский, А.Я. Технология и оборудование обезвреживания жидких радиоактивных отходов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Я. Сваровский, М. Н. Стриханов, А. Н. Жиганов. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. – Режим доступа:

http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=2012092426&PATH=book-mephi%2FSvarovskij_Tehnologiya_i_oborudovanie_2012.pdf

5. Пронкин Н.С. Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами пред-приятий ядерного топливного цикла [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пронкин Н.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2012.— 420 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17680> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю .

6. Пронкин, Н.С. Регулирование безопасности обращения с радиоактивными отходами [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Н. С. Пронкин, Р. Б. Шарафутдинов, Н. И. Гераскин. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. – Режим доступа:

http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=2012092426&PATH=book-mephi%2FPronkin_Regulirovanie_bezopasnosti_obrascheniya_2011.pdf

7. Шмелев, А.Н. Физические основы обезвреживания долгоживущих радиоактивных отходов. Потенциал инновационных технологий [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. Н. Шмелев, В. А. Апсэ, Г. Г. Куликов. - Москва : МИФИ, 2008. – Режим доступа:

http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=2012092426&PATH=book-mephi%2FShmelev_Fizicheskie_osnovy_obezvrezhivaniya_2008.pdf

8. Скачек, М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС [Текст]: учеб. пособие для вузов / М. А. Скачек. - М.: Издат. дом МЭИ, 2007. - 448 с.: ил

в) Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.viti-mephi.ru/> - официальный сайт ВИТИ НИЯУ МИФИ;

<http://www.mephi.ru/> - официальный сайт НИЯУ МИФИ (в том числе раздел сайта «Полезные ресурсы»);

www.rosatom.ru/ - официальный сайт госкорпорации «Росатом»;

www.rosenergoatom.ru - официальный сайт ОАО «Концерн Росэнергоатом»;

www.mephist.ru – портал студентов и выпускников МИФИ, учебные материалы;

<http://www.aes.pp.ua/NuclFuel/Contents.htm> – Электронный курс «Обращение с ядерным топливом на Калининской АЭС»

<http://www.norao.ru/ecology/otsenka-vozdeystviya-na-okruzhayushchuyu-sredu-ovos/> – материалы ОВОС предлагаемых ПЗРО на сайте национального оператора РосРАО

7.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Раздел(тема)	Вид издания	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Производство и обращение со свежим топливом	Учебное пособие «Физико-технические основы современной ядерной энергетики. Перспективы и экологические аспекты»	В.А. Апсэ и др.	2014	Библиотека ВИТИ НИЯУ МИФИ, 30 шт.
2	Обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами	Учебное пособие «Технология и оборудование обезвреживания жидких радиоактивных отходов»	А.Я. Сваровский	2012	ЭБС НИЯУ МИФИ

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Учебная дисциплина обеспечена необходимой учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в локальной сети института и находится в режиме свободного доступа для студентов.

Учебный центр Нововоронежской АЭС

КОС для подготовки оперативного персонала ОРБ.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; качественно выполнять чертежи; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий, чертежей с помощью рекомендованной учебной литературы. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы, выполнение графических заданий, решение задач по алгоритму.

