

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Димитровградский инженерно-технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ДИТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

(в состав, которого входит кафедра-составитель)

«___» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.2.3 Основы ядерных технологий

Направление подготовки _____ *14.04.02 Ядерные физика и технологии*

Квалификация выпускника _____ *Магистр*

Форма обучения _____ *очная*

Выпускающая кафедра _____ *Кафедра ядерных реакторов и материалов*

Кафедра-разработчик рабочей программы _____ *Кафедра ядерных реакторов и материалов*

| Семестр | Трудоемкость час. (ЗЕТ) | Лекций, час. | Практич. занятий, час. | Лаборат. работ, час. | СРС, час. | Форма промежуточного контроля (экз., час./зачет) |
|--------------|----------------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|--------------|---|
| 3 | 144 (4) | 18 | 36 | 0 | 90 | зачет |
| Итого | 144 (4) | 18 | 36 | 0 | 90 | зачет |

Димитровград
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-------------------------------------|
| 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 3 |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО | 3 |
| 3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | 3 |
| 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 4 |
| 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 7 |
| 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) | 8 |
| 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 9 |
| 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 10 |
| 9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ | Error! Bookmark not defined. |

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания «Основы ядерных технологий» заключается в изучении студентами основ теории и практики технологии переработки урановых руд для получения химических концентратов и последующей аффинажной очистки их до соединений урана ядерной чистоты. Студенты знакомятся также с основами регенерации ОЯТ энергетических ядерных реакторов, включая методы переработки и удаления радиоактивных отходов из ЯТЦ.

Материал «Основы ядерных технологий» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении учебных курсов «Физика», «Химия», «Физика атомного ядра».

Задачи дисциплины:

Основные задачи курса – изучение основных технологических схем и отдельных операций, составляющих содержание производства ядерно-чистого урана и радиохимического производства по переработке отработавшего ядерного топлива, а также ознакомление с основными методами обращения с радиоактивными отходами ЯТЦ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Основы ядерных технологий относится к базовой части блока 1 профессионального модуля учебного плана.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении учебной дисциплины «Основы ядерных технологий», применяются в изучении следующих дисциплин: Философские проблемы науки и техники, Основы ядерных технологий, Современные проблемы топливного цикла ядерной энергетики, Теория переноса ионизирующих излучений, Технологическая практика, Государственная итоговая аттестация.

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

Таблица 3.1 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

| Код компетенции | Содержание компетенции |
|-----------------|---|
| ПК-5 | способностью оценить перспективы развития ядерной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательских работах |
| ПК-8 | способностью провести расчет, концептуальную и проектную проработку современных физических установок и приборов |
| ПК-13 | способностью понимать современные профессиональные проблемы, современные ядерные технологии, научно-техническую политику ядерной сферы деятельности |

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины, должны

Знать:

- основные стадии технологических процессов производств ядерного топливного цикла, включая: урановое производство, аффинаж урана, производство гексафторида урана, обогащение урана, производство топлива для АЭС, обращение с отработанным ядерным топливом;
- основное оборудование производств ядерного топливного цикла и принципы его компоновки; эксплуатационные характеристики и показатели надежности оборудования, физические принципы функционирования основного оборудования ядерных установок и производств ядерного топливного цикла;

- физические принципы функционирования основного оборудования производств ядерного топливного цикла и ядерных энергетических установок.

Владеть:

- методами анализа технологического оборудования производств ядерного топливного цикла как объектов управления;
- владеть методами математического моделирования отдельных стадий технологических процессов ядерного топливного цикла;
- основными методами теоретического и экспериментального исследования, методами поиска и обработки информации, методами решения задач с привлечением полученных знаний.

В процессе освоения дисциплины у студентов приобретаются знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы:

Уметь:

- разрабатывать математическое обеспечение отдельных стадий технологических процессов ядерного топливного цикла как объектов управления;
- применять технические средства и информационные технологии при разработке, внедрении и эксплуатации аппаратов ядерного топливного цикла;
- разрабатывать математическое обеспечение автоматизированных систем управления технологическими процессами производств ядерного топливного цикла.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единиц (ЗЕТ), 144 академических часов.

Таблица 4.1

| № п/п | Раздел учебной дисциплины | 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 | | | |
| 3 семестр | | | | | | | | | |
| 1 | Введение в технологии ядерных топливных циклов. | 1 | 2 | | 1 | 10 | T1 | УО | 10 |
| 2 | Добыча и первичная переработка урановых руд. | 2 | 4 | | 2 | 10 | T1 | УО | 15 |
| 3 | Технологии обогащения урана. | 4 | 6 | | 2 | 10 | T1 | УО | 15 |
| 4 | Технологии изготовления топлива ядерных реакторов. | 2 | 6 | | 2 | 15 | T1 | УО | 15 |
| 5 | Технологии переработки облученного топлива ядерных реакторов. | 4 | 6 | | 2 | 15 | T1 | УО | 15 |
| 6 | Технологии защиты ЯТЦ от распространения ЯМ. | 3 | 6 | | 2 | 15 | T1 | УО | 15 |
| 7 | Технологии переработки, хранения и захоронения радиоактивных отходов. | 2 | 6 | | 1 | 15 | T1 | УО | 15 |

| | | | | | | | | |
|---------------------|----|----|---|----|----|--|--|-----|
| Зачет | | | | | | | | |
| Итого за 3 семестр: | 18 | 36 | - | 12 | 90 | | | 100 |

Т – тестовые задания, УО – устный опрос.

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Наименование тем, их содержание и объём в часах

1. Введение в технологии ядерных топливных циклов.

Ядерные технологии и проблема нераспространения ядерного оружия. Ядерные технологии и проблемы экологии. Понятие о ядерном топливе. Первичное и вторичное ядерное топливо. Тепловыделяющие элементы и тепловыделяющие сборки (твэлы и ТВС) ядерных реакторов. Основные ядерные материалы и их роль в проблеме нераспространения ядерного оружия. Физические особенности ядерного топлива и ядерных материалов. Основные отличия ядерного топлива от ископаемого органического топлива. Экологические проблемы использования ядерного топлива.

2. Добыча и первичная переработка урановых руд.

Понятие о ядерном топливном цикле (ЯТЦ). Основные стадии ЯТЦ. Открытый и замкнутый ЯТЦ: преимущества и недостатки с точки зрения нераспространения ядерного оружия. Возможные пути переключения ядерных материалов на военное использование и пути борьбы с этим. Опасность распространения ядерных материалов на различных стадиях ЯТЦ и в различных типах ядерных реакторов. Экологическая опасность различных стадий ЯТЦ. Основные предприятия ЯТЦ России.

3. Технологии обогащения урана.

Мировые запасы урановых и ториевых руд. Месторождения, технологии добычи и первичной переработки урановой руды. Технологии извлечения урана из урановой руды и получения чистого уранового концентрата. Влияние технологий добычи и первичной переработки руды на окружающую среду.

4. Технологии изготовления топлива ядерных реакторов.

Обзор основных технологий разделения изотопов урана. Уравнения материального баланса в разделительном процессе. Понятие разделительных работ и потенциала разделения. Физические и химические свойства гексафторида урана.

Физические основы изотопного обогащения урана различными методами: 1. газодиффузионный метод; 2. обогащение в газовых центрифугах; 3. обогащение в разделительном сопле; 4. лазерное обогащение; 5. химическое обогащение; 6. плазменное обогащение. Сравнение методов изотопного обогащения урана по эффективности и по опасности распространения ядерных материалов. Экологические эффекты обогатительных технологий.

5. Технологии переработки облученного топлива ядерных реакторов.

Технологии изготовления уранового оксидного топлива (таблетки, твэлы и ТВС). Особенности изготовления смешанного уран-плутониевого оксидного топлива. Технологии изготовления металлического уранового топлива. Контроль ядерных материалов на стадиях изготовления твэлов и ТВС. Обеспечение экологической безопасности на стадии изготовления ядерного топлива.

6. Технологии защиты ЯТЦ от распространения ЯМ.

Перегрузки и перестановки ТВС в энергетических реакторах, цели перегрузочных работ.

Основные стратегии перегрузок топлива: 1. циклическое облучение; 2. частичная циклическая перегрузка; 3. рассеянная перегрузка; 4. перегрузки “от периферии к центру”; 5. модифицированная рассеянная перегрузка. Достоинства и недостатки различных стратегий перегрузок. Технологии и оборудование для проведения перегрузочных работ в различных типах ядерных реакторов. Перегрузочные работы с точки зрения нераспространения ядерных материалов и с точки зрения безопасности персонала и окружающей среды.

7. Технологии переработки, хранения и захоронения радиоактивных отходов.

Транспортировка ядерного топлива. Типичные конструкции контейнеров для транспортировки свежих и отработавших ТВС. Требования к параметрам контейнеров с точки зрения ядерной и радиационной безопасности, с точки зрения охраны окружающей среды. Методы испытаний контейнеров.

Задачи химической переработки облученного ядерного топлива (ОЯТ). Основные стадии переработки ОЯТ водной технологией. Оборудование для водной переработки ОЯТ. Особенности переработки ОЯТ быстрых реакторов. Контроль за ядерными материалами на радиохимических заводах. Технологии переработки ОЯТ с повышенной защищенностью от распространения ядерных материалов: SAFAR-технология, золь-гель процесс. Неводные технологии переработки ОЯТ: пирохимические и пирометаллургические методы. Экологические эффекты технологий переработки ОЯТ.

Переработка и захоронение радиоактивных отходов. Классификация радиоактивных отходов (РАО) по удельной активности и по агрегатному состоянию. Технологии переработки РАО различной активности: стеклование, битуминизация, цементация. SYNROC-технология иммобилизации РАО. Контейнеризация и захоронение РАО в геологических формациях. Физические процессы в геологических хранилищах РАО. Современные проекты создания подземных хранилищ РАО. Экологические проблемы размещения хранилищ РАО.

4.2.2 Темы практических занятий, их содержание и объём в часах

Введение в технологии ядерных топливных циклов.

Стратегии использования природных ядерных материалов (ЯМ) в ядерных топливных циклах (ЯТЦ). Типы ЯТЦ. Основные стадии ЯТЦ. Роль систем физической защиты, учета и контроля ЯМ на различных стадиях ЯТЦ.

Добыча и первичная переработка урановых руд.

Обзор месторождений природных ЯМ в различных регионах земного шара. Основные технологические операции добычи урана. Категории урановых руд. Технологии первичной переработки урановой руды. Операции гидрометаллургического процесса.

Технологии обогащения урана.

Свойства гексафторида урана. Принципиальные особенности обогатительных технологий: газо-диффузионный метод, метод газовой центрифуги, метод разделительного сопла. Принципиальные схемы построения обогатительных каскадов. Перспективные методы изотопного разделения: лазерные методы (AVLIS и MLIS-технологии), плазменный метод, химический метод. Потенциал и работа разделения. Единица работы разделения. Энергоемкость обогащения урана различными технологиями.

Технологии изготовления топлива ядерных реакторов.

Получение твердых соединений урана из гексафторида урана. Основные технологические операции изготовления и фабрикации топлива ядерных реакторов, тепловыделяющих элементов и тепловыделяющих сборок. Технологии изготовления смешанного уран-плутониевого топлива. Основные технологические звенья интегрированного ЯТЦ на АЭС.

Технологии переработки облученного топлива ядерных реакторов.

Методы радиохимической переработки облученного топлива. Водная экстракционная технология разделения продуктов деления, урана и плутония. Выделение урана и плутония из растворов. Пирохимический метод. Операции фторирования облученного топлива, разделение продуктов деления, урана и плутония. Пирометаллургический метод. Разделение продуктов деления, урана и плутония с использованием расплавов солей и жидких металлов. Применение

электрохимических процессов.

Технологии защиты ЯТЦ от распространения ЯМ.

Традиционные ЯТЦ: защищенность от распространения ЯМ, понятие “стандарт отработанного топлива”, возможность использования реакторного плутония в качестве оружейного материала. Нетрадиционные ЯТЦ с элементами защиты от распространения ЯМ повышенным тепловыделением, нейтронной и гамма-активностью топлива. Защита ЯМ от распространения путем денатурации плутония.

Технологии переработки, хранения и захоронения радиоактивных отходов.

Хранение и транспортировка облученных ЯМ, контейнеры для перевозок ЯМ. Классификация радиоактивных отходов (РАО). Технологии переработки жидких, газообразных и твердых РАО. Технологии иммобилизации, контейнеризации и геологического захоронения переработанных РАО. Концепции уничтожения долгоживущих РАО (продуктов деления и младших актинидов) в ядерных реакторах, электроядерных и термоядерных установках.

4.3 Организация самостоятельной работы студентов

Учебным планом дисциплины на самостоятельную работу студентов отводится 90 часов в 3 семестре.

В качестве самостоятельной работы студент выполняет задания, указанные в методических материалах. В качестве самостоятельной работы студент может: а) подготовить эссе, в котором изложен материал о новых математических, программных и аппаратных методах защиты информации; б) изучить некоторую технологию, программную систему и др. средство, связанное с повышением защищенности информации и применить для решения практической задачи, либо создать программную модель, демонстрирующую применение этого средства.

Также предусмотрено время самостоятельной работы для подготовки к итоговым контрольным по разделам.

| Вид самостоятельной работы | Самостоятельная работа студента (СРС) |
|---|---------------------------------------|
| 3 семестр | |
| Изучение теоретического материала (задания лектора) | 0 |
| Подготовка к контрольным работам и тестам по материалам лекций | 10 |
| Подготовка отчетов о решаемых задачах и защита лабораторных работ | 44 |
| Зачет | 36 |
| Итого по учебному плану за 3 семестр | 90 |

Отчетность по самостоятельной работе – опрос студента на лекционных и/или лабораторных занятиях, экзамене и решение контрольных заданий.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся представлены в Приложении 2.

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

При проведении лекционных занятий по дисциплине используются:

– мультимедийные презентации, отображаемые с помощью видеопроектора на специальном экране,

– проблемная лекция,

– лекция-дискуссия.

При проведении практических (семинарских) используются следующие методы:

- деловые игры,
- метод развивающейся кооперации (кейс – метод),
- ситуационные задачи.

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

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (-ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- тестирование;
- письменные домашние задания;
- выполнение докладов, эссе;
- защита рефератов;
- дискуссии;

Промежуточный контроль студентов производится в следующих формах:

- тестирование;
- коллоквиумы.

Итоговый контроль студентов производится лектором (преподавателем, ведущим занятия в группах) и является оценкой знаний обучающегося. Зачет проводится в устно-письменной форме по вопросам.

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 3.

6.1.1 Модели контролируемых компетенций

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины, должны

Знать:

- основные стадии технологических процессов производств ядерного топливного цикла, включая: урановое производство, аффинаж урана, производство гексафторида урана, обогащение урана, производство топлива для АЭС, обращение с отработанным ядерным топливом;
- основное оборудование производств ядерного топливного цикла и принципы его компоновки; эксплуатационные характеристики и показатели надежности оборудования, физические принципы функционирования основного оборудования ядерных установок и производств ядерного топливного цикла;
- физические принципы функционирования основного оборудования производств ядерного топливного цикла и ядерных энергетических установок.

Владеть:

- методами анализа технологического оборудования производств ядерного топливного цикла как объектов управления;
- владеть методами математического моделирования отдельных стадий технологических процессов ядерного топливного цикла;
- основными методами теоретического и экспериментального исследования, методами поиска и обработки информации, методами решения задач с привлечением полученных знаний.

В процессе освоения дисциплины у студентов приобретаются знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы:

Уметь:

- разрабатывать математическое обеспечение отдельных стадий технологических процессов ядерного топливного цикла как объектов управления;
- применять технические средства и информационные технологии при разработке, внедрении и эксплуатации аппаратов ядерного топливного цикла;

- разрабатывать математическое обеспечение автоматизированных систем управления технологическими процессами производств ядерного топливного цикла.

6.1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства | |
|-------|---|---|----------------------------------|----------|
| | | | текущий | рубежный |
| 1 | Введение в технологии ядерных топливных циклов. | ПК-5, ПК-8, ПК-13 | T1 | УО |
| 2 | Добыча и первичная переработка урановых руд. | ПК-5, ПК-8, ПК-13 | T1 | УО |
| 3 | Технологии обогащения урана. | ПК-5, ПК-8, ПК-13 | T1 | УО |
| 4 | Технологии изготовления топлива ядерных реакторов. | ПК-5, ПК-8, ПК-13 | T1 | УО |
| 5 | Технологии переработки облученного топлива ядерных реакторов. | ПК-5, ПК-8, ПК-13 | T1 | УО |
| 6 | Технологии защиты ЯТЦ от распространения ЯМ. | ПК-5, ПК-8, ПК-13 | T1 | УО |
| 7 | Технологии переработки, хранения и захоронения радиоактивных отходов. | ПК-5, ПК-8, ПК-13 | T1 | УО |

Формами аттестации по дисциплине являются Т – тестовые задания, УО – устный опрос и зачет в 3-м семестре.

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 | Тест | Система формализованных заданий, по результатам выполнения которых, можно судить об уровне развития определённых качеств испытуемого, а также о полученных результатах теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, либо о разработанной программе. | Тестовые задания |
| 2 | Устный опрос | Средство, позволяющее оценить теоретическую подготовленность и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. | Проблемные вопросы |

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

Таблица 7.1 – Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

Основная литература:

1. Апсэ В.А., Шмелев А.Н. Ядерные технологии. Учебное пособие. М.: МИФИ, 2008
2. Апсэ В.А., Шмелев А.Н. Основы безопасного обращения с радиоактивными отходами. Учебное пособие. М.: МИФИ, 2006.
3. Шмелев А.Н., Апсэ В.А., Куликов Г.Г. Физические основы обезвреживания радиоактивных отходов. Потенциал инновационных технологий. Учебное пособие. М.: МИФИ, 2008.
4. Пшакин Г.М., Гераскин Н.И., Мурогов В.М. и др. Ядерное нераспространение. М.: МИФИ, 2006.

Дополнительная литература:

5. Синев Н.М. Экономика атомной энергетики: Основы технологии и экономики производства, экономика АЭС М.: Энергоатомиздат, 1987.
6. Ран Ф. и др. Справочник по ядерной энерготехнологии. М.: Энергоатомиздат, 1989.
7. Дашковский А.И.;Бычков Ю.Ф.;Скоров Д.М.
8. Реакторное материаловедение : , Д. М. Скоров, Ю. Ф. Бычков, А. И. Дашковский, М.: Атомиздат, 1979
9. Колдобский А.Б.
10. Создание термоядерного оружия в СССР: страницы прошлого и значение для настоящего : , А. Б. Колдобский, Москва: МИФИ, 2007
11. Колдобский А.Б.
12. Создание термоядерного оружия в СССР: страницы прошлого и значение для настоящего : , А. Б. Колдобский, Москва: МИФИ, 2007
13. Колобашкин В.М.;Ружанский П.А.;Рубцов П.М.;Сидоренко В.Д.
14. Радиационные характеристики облученного ядерного топлива : Справочник, В. М. Колобашкин [и др.], М.: Энергоатомиздат, 1983

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная электронная библиотекаelibrary.ru
2. Фонд электронно-библиотечной системы образовательных и просветительских изданий IQlib, [www. IQlib.ru](http://www.IQlib.ru).
3. Электронная библиотечная системаиздательства Лань, www.e.lanbook.com.
4. Электронное периодическое издание «KnigaFund.Ru»,
<http://www.knigafund.ru/books/149292/read>

Методические указания для студентов по освоению дисциплины представлены в Приложении 4.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
 - аудитории корп.3; оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер),
 - рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- Практические занятия (семинарского типа):
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер) – корп.3

– пакеты ПО (общего назначения).

Программное обеспечение - MSOffice: PowerPoint.

9. РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

| Вид учебных занятий | Деятельность студента |
|----------------------|--|
| Лекция | <p>Как правило, для успешного усвоения информации, полученной визуально и на слух, не достаточно одного присутствия на лекции. Так же как невозможно запомнить полностью однократно просмотренный фильм. Лучше всего запоминается:</p> <ol style="list-style-type: none">1) постоянно перечитываемое и пересматриваемое;2) информация, полученная в стрессовом состоянии. <p>Второй способ является наиболее энергозатратным и допустим лишь при подготовке к контрольным или экзаменам. Реализация же первого способа состоит в следующем. В течение лекции производится конспектирование полученной информации в тетрадь.</p> <p>Обязательны для фиксирования: основные понятия, определения физических явлений и величин, вводимые для них единицы измерения, вербальная формулировка законов и теорем (записи закона в виде формулы недостаточно, т.к. буквенные обозначения для формул в различных источниках различаются).</p> <p>После лекции в тот же день следует проработать конспект посредством сравнения его с рекомендованными литературными источниками. Однотипные сведения желательно сворачивать в таблицы или представлять в виде графиков. Составление графиков и таблиц по изученному позволяет наилучшим образом структурировать полученные сведения.</p> <p>Согласно традициям крупнейших вузов возможность задавать вопросы предоставляется студентам только в конце лекции, после изложения всего запланированного материала. Это связано с тем, что в таких учебных заведениях лекции обычно читаются потоку, объединенному из нескольких групп студентов (50-100 человек).</p> <p>При условии малого количества студентов в аудитории (5-15 человек) возможен визуальный контакт лектора с каждым, поэтому в небольших вузах, включая наш, есть уникальная возможность задавать уточняющие вопросы по мере их возникновения. Это способствует повышению интерактивности обучения и вовлеченности студента в учебный процесс.</p> |
| Практические занятия | <p>Стать инженером или физиком невозможно без постоянной практики решения инженерных задач и регулярного отслеживания новых достижений в выбранной области знания. Поэтому в качестве основных форм проведения практических занятий практикуют:</p> <ul style="list-style-type: none">- семинары по решению задач по алгоритму или коллективно методом мозгового штурма;- поиск ответов на заранее заданные контрольные вопросы; |

| | |
|------------------------------|--|
| | - заслушивание докладов студентов по теме реферата с последующим обсуждением. |
| Тест | Система формализованных заданий, по результатам выполнения которых, можно судить об уровне развития определённых качеств испытуемого, а также о полученных результатах теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, либо о разработанной программе. |
| Подготовка к зачету/экзамену | <p>Обязательно следует заново проработать составленные за семестр конспекты лекций, прорешать все аудиторные и домашние задачи, перечитать теоретические введения к лабораторным работам.</p> <p>Недопустимо пытаться готовиться к зачету или экзамену по чужому конспекту лекций. Каждый человек привыкает к собственному списку обычно используемых обозначений, сокращений, стенографических значков и др. Поэтому чужой конспект столь же нечитаем, как текст на неизвестном иностранном языке.</p> <p>Если студент пропустил некоторые лекции, то конспект к ним следует составить самостоятельно, используя рекомендованные учебные пособия.</p> |