

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»
в г. Апатиты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ОД.7 Физико-технические проблемы ядерной энергетики

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы
по направлению подготовки**

16.04.01 Техническая физика

магистерская программа Теплофизика и молекулярная физика

(код и наименование направления подготовки
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

высшее образование – магистратура

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее
образование – специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров
высшей квалификации

магистр

квалификация

очная

форма обучения

2019

год набора

Составитель:

Николаев В.Г., доцент, канд. физ.-мат.
наук, зав. кафедрой физики, биологии
и инженерных технологий

Утверждено на заседании кафедры физики,
биологии и инженерных технологий
(протокол № 9 от «30» мая 2019г.)

Зав. кафедрой



подпись

В.Г.Николаев
Ф.И.О.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) – формирование знаний и умений для выбора оптимального материального состава и конструкции активной зоны ядерного реактора.

В результате освоения дисциплины «Физико-технические проблемы ядерной энергетики» обучающийся должен:

знать:

- зависимость основных свойств и характеристик ядерных энергетических установок от материального состава активной зоны и ее конструктивных особенностей;
- специфику конструкционных материалов, топливных композиций и теплоносителей при принятии проектных решений;
- основные типы, классы и группы материалов, их составы и свойства (ядерное топливо, теплоносители, замедлители, конструкционные материалы, материалы защиты);
- физические характеристики замедлителей и принципиальные конструктивные решения узлов и элементов активной зоны, реактора и реакторной установки в целом;
- проблемы снятия с эксплуатации ядерных энергетических установок и их связь с материальным составом и конструкторскими решениями конкретной энергетической установки;

уметь:

1. пользоваться научно-технической терминологией;
2. анализировать конструкторские решения разработанных и создаваемых энергетических установок;
3. работать с технической литературой, научно-техническими отчётами, справочниками и другими информационными источниками;
4. принимать профессиональные решения на базе комплекса данных исследовательских, расчетных и проектных работ

владеть:

- навыками определения оптимальных сочетаний материалов активной зоны в зависимости от назначения и типа энергетических установок, а также аргументировать принятые решения;
- навыками определения необходимых свойств различных материалов.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-5);
- готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-3),
- способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-5);
- способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций (ПК-8)

3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Данная дисциплина относится вариативной части цикла дисциплин образовательной программы подготовки магистров 16.04.01 Техническая физика и учебного плана, является обязательной дисциплиной.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы или 144 часа (из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интер-активной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
1	2	4	144	12	36	-	48	30	96	-	-	Зачет с оценкой
Итого:		4	144	12	36	-	48	30	96	-	-	Зачет с оценкой

В интерактивной форме часы используются в виде выступления с докладами по тематике дисциплины и защиты презентаций.

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
1.	Введение в дисциплину	2	-	-	2	-	12	-
2.	Основные механизмы терморрадиационного повреждения	2	-	-	2	2	12	-
3.	Ядерное топливо	2	9	-	11	8	12	-
4.	Теплоносители и замедлители	2	9	-	11	8	12	-
5.	Конструкционные материалы активной зоны реактора	-	-	-	-	-	12	-
6.	Поглощающие материалы	2	9	-	11	8	12	-

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
7	Конструкционные элементы АЗ	2	-	-	2	-	12	-
8	Проблемы эксплуатации ядерного топлива	-	9	-	9	4	10	-
	Итого	12	36	-	48	30	96	-
	Зачет с оценкой							-

Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в дисциплину

Программа, календарный план и основные задачи курса. Сравнительный анализ типичных рабочих параметров активной зоны ядерных реакторов и других энергетических установок. Общие требования к материалам и конструкциям ядерных реакторов. Экономические, технологические и научные проблемы выбора материалов и конструкций элементов активной зоны.

Тема 2. Основные механизмы терморadiационного повреждения

Внутреннее строение твердого тела, типы связей, энергия связи. Кристаллическое строение, основные типы кристаллических решеток и их дефекты. Связь с механическими, теплофизическими и химическими свойствами. Анизотропия кристаллического строения и свойств. Классификация радиационных повреждений. Основные свойства точечных дефектов. Коллективные дефекты. Основные радиационные эффекты, их энергетическая, дозовая и температурная зависимости. Радиационная стойкость и радиационный ресурс.

Тема 3. Ядерное топливо

Определение и основные требования к ядерному топливу. Виды ядерного топлива и топливные циклы. Энерговыворотка и глубина выгорания. Продукты деления и изменение нуклидного состава топлива.

Структура и свойства металлического урана. Влияние облучения на свойства урана. Виды сплавов урана, их свойства и совместимость. Анализ эксплуатации металлического топлива, проблемы и перспективы его использования в ядерной энергетике. Керамическое топливо. Классификация керамического топлива. Оксид урана и его свойства. Технология изготовления порошка UO_2 . Производство изделий из компактной двуокиси урана и требования к ним. Терморadiационная стойкость и совместимость. Оксиды плутония и тория, смешанные оксиды, их свойства, достоинства и недостатки. Карбидное топливо и его свойства.

Тема 4. Теплоносители и замедлители

Теплоносители. Требования предъявляемые к теплоносителям, основные виды и особенности теплоотвода. Рабочие параметры теплоносителей. Затраты на прокачку. Вода. Требования к водному теплоносителю. Теплофизические свойства воды и водяного пара. Замедляющие свойства тяжелой и легкой воды. Паровой коэффициент реактивности. Радиоллиз воды и меры его подавления. Коррозия в воде. Понятие двойного электрического слоя. Анодные и катодные реакции. Активация воды. Замедлители. Общие требования к замедлителям и терморadiационные параметры их эксплуатации. Свойства графита и его радиационная стойкость. Особенности реакторов с графитовым замедлителем. Энергия Вигнера. Характеристики бериллия, проблемы и перспективы его использования в ядерной энергетике.

Тема 5. Конструкционные материалы активной зоны реактора

Сплавы магния, алюминия и циркония. Аустенитные и нержавеющие стали. Жаропрочные и тугоплавкие сплавы. Их ядерно-физические, теплофизические и механические характеристики.

Тема 6. Поглощающие материалы

Поглощающие материалы и их свойства. Формы использования поглотителей и материалов защиты. Проблемы и перспективы создания новых конструкционных материалов активной зоны реактора.

Тема 7. Конструкционные элементы АЗ

ТВЭЛ - как основная форма использования ядерного топлива и его место в топливном цикле. Определение ТВЭЛ, требования к ним и их классификация. ТВЭЛ с металлическими сердечниками: типы сердечников и оболочек, конструкционные формы, технология изготовления, поведение под облучением, проблемы и перспективы эксплуатации.

Керамические ТВЭЛ. Виды оксидных сердечников, их достоинства и недостатки. Конструктивные формы ТВЭЛ с оксидным сердечником. Технология изготовления. Поведение под облучением. Достоинства и недостатки карбидных сердечников, особенности технологии изготовления и эксплуатации. ТВС и дистанционирующие решетки. Конструкция органов СУЗ.

Тема 8. Проблемы эксплуатации ядерного топлива

Вопросы совершенствования конструкций ТВЭЛ, безаварийной эксплуатации, хранения, переработки и утилизации.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Мировая энергетика: Состояние, проблемы, перспективы [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=58366&sr=1

б) дополнительная литература:

2. Харитонов В. В. Энергетика. Техничко-экономические основы: учебное пособие [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=231440&sr=1
3. Архипов, В. Физико-химические основы процессов тепломассообмена : учебное пособие / В. Архипов. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 199 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442086](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442086)

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);

- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);

- лаборатория информационных технологий (оснащена компьютерными столами, стульями, мультимедийным проектором, экраном проекционным, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета).

7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / LibreOffice.

7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ

ЭБС «Издательство Лань»[Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»[Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

1. Электронная база данных Scopus.

7.4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс
<http://www.consultant.ru/>
2. Электронный справочник "Информιο" для высших учебных заведений
<http://www.informio.ru/>

8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КА- ФЕДРЫ

Не предусмотрено.

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.

