

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Электроники и автоматики физических установок»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от 28.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЯДЕРНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

14.03.02 Ядерные физика и технологии

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Выход из эксплуатации ядерно- и радиационно- опасных объектов

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
5	5	180	32	16	16	16	116	Экз.
Итого	5	180	32	16	16	16	116	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Ядерные физические установки» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», образовательной программы «Вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) знать:

- 3.1 современные тенденции развития технического прогресса;
- 3.2 природу и виды интенсивных источников энергии;
- 3.3 виды взаимодействий излучений с веществом, приводящих к модификации свойств материалов, интенсификации физико-химических процессов;
- 3.4 физические величины и количественные закономерности, используемые в технике физических установок;
- 3.5 принципы работы и устройство физических установок;
- 3.6 инструментарий для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере профессиональной деятельности.

2) уметь:

- У.1 применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности;
- У.2 четко излагать и защищать результаты профессиональной деятельности;
- У.3 применять методы математического анализа при проведении научных исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере;
- У.4 применять и производить выбор оборудования систем управления;
- У.5 обеспечить соблюдение заданных параметров технологического процесса и качества продукции;
- У.6 выбирать новое оборудование для замены существующего в процессе эксплуатации, оценивать его достоинства и недостатки.

3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:

- В.1 навыками использования справочной литературы;
- В.2 теоретическими, инженерными вопросами, связанными с принятыми нормативами и правилами в области взаимодействия потоков квантовых излучений с веществом;
- В.3 принципами и устройствами, используемыми при эксплуатации физических установок;
- В.4 принципами проектирования и инженерными методами расчета параметров физических установок.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Ядерные физические установки» являются:

формирование у студентов представлений, знаний, умений и навыков в области ядерной физики, необходимых для производственной, научно-исследовательской и проектной деятельности специалиста в сфере разработки и эксплуатации ядерных физических установок

Основными задачами дисциплины являются:

- освоение студентами теоретических знаний и практических навыков ядерных реакций;
- умение проведения экспериментальных исследований взаимодействия элементарных частиц с веществом в специальном программном обеспечении;
- изучение студентами особенностей функционирования АЭС.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Ядерные физические установки» (Б1.В.ОД.1.1) - Профессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический			
Участие в мероприятиях по оценке ядерной и радиационной безопасности, экологического мониторинга и контроля; радиационного обследования ядерно- и радиационно-опасных объектов, подлежащих выводу из эксплуатации; участие в процессах вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов	Машины и оборудование атомной отрасли, ядерные, физические установки и другие ядерно- и радиационно-опасные объекты, подлежащие выводу из эксплуатации; радиоактивные отходы	ПК-25.1 Способен участвовать в проведении контроля и радиационного обследования ядерных и радиационно-опасных объектов	З-ПК-25.1 Знать основные методы проведения контроля и радиационного обследования ядерных и радиационно-опасных объектов У-ПК-25.1 Уметь применять на практике методы радиационного обследования зданий, сооружений и технологического оборудования В-ПК-25.1 Владеть методами радиационного обследования зданий, сооружений и технологического оборудования

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Ядерные физические установки» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 14.03.02 «Ядерные физика и технологии», образовательной программе «Вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно- опасных объектов».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 5, 180 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 5.

Дисциплина (модуль) содержит разделы:

- раздел 1 – «Ядерные реакции»
- раздел 2 – «Технология производства электрической энергии на АЭС»
- раздел 3 – «Функционирование АЭС»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
5 семестр (18 недель)								
1	Ядерные реакции	8	16		36	6/КИ1, 8/Прз1	8/Т1	24
2	Технология производства электрической энергии на АЭС	14		8	18	11/ЛР1	12/Т2	18
3	Функционирование АЭС	10		8	26	15/ЛР2	17/КР1	18
	Экзамен				36			40
Итого за 5 семестр:		32	16	16	116			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать основные методы проведения контроля и радиационного обследования ядерных и радиационно-опасных объектов (З-ПК-25.1)	1, 2, 3	КИ1, Прз1, Т1, ЛР1, Т2, ЛР2, КР1, Экзамен (5 сем.)
– Уметь применять на практике методы радиационного обследования зданий, сооружений и технологического оборудования (У-ПК-25.1)	1, 2, 3	КИ1, Прз1, Т1, ЛР1, Т2, ЛР2, КР1, Экзамен (5 сем.)

– Владеть методами радиационного обследования зданий, сооружений и технологического оборудования (В-ПК-25.1)	1, 2, 3	КИ1, Прз1, Т1, ЛР1, Т2, ЛР2, КР1, Экзамен (5 сем.)
---	---------	--

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Ядерные реакции	
1.1 Введение. Атомная энергетика..	1
1.2 Строение атомов, ядер и их устойчивость..	2
1.3 Цепная реакция деления ядер..	2
1.4 Ядерный топливный цикл .	3
<i>Итого по разделу 1:</i>	8
Раздел 2 Технология производства электрической энергии на АЭС	
2.1 Классификация ядерных реакторов..	4
2.2 Тепловые схемы АЭС..	4
2.3 Паротурбинные установки..	6
<i>Итого по разделу 2:</i>	14
Раздел 3 Функционирование АЭС	
3.1 Особенности запуска ядерного реактора.	4
3.2 Системы аварийной защиты.	4
3.3 Вывод из эксплуатации энергоблоков АЭС.	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	10
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	32

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 2 Технология производства электрической энергии на АЭС	
2.1 Изучение взаимодействий заряженных частиц и нейтронов с веществом. Измерение параметров ядерных реакций..	8
<i>Итого по разделу 2:</i>	8
Раздел 3 Функционирование АЭС	
3.1 Изучение взаимодействий гамма-квантов с веществом. Определение энергии гамма-квантов радиоактивного изотопа по толщине половинного поглощения их в веществе..	8

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<i>Итого по разделу 3:</i>	8
Всего по лабораторному практикуму дисциплины:	16

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Ядерные реакции	
1.1 Решение задач по тематике лекций .	12
1.2 Подготовка презентации на тему «элементарные частицы и эффекты, связанные с ними». .	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	16
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	16

5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Обучение на основе опыта.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Исследовательский метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Обучение на основе опыта.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 16 час.

7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ПК-25.1	З-ПК-25.1	КИ1, Прз1, Т1, ЛР1, Т2, ЛР2, КР1, Экзамен (5 сем.)

ПК-25.1	У-ПК-25.1	КИ1, Прз1, Т1, ЛР1, Т2, ЛР2, КР1, Экзамен (5 сем.)
ПК-25.1	В-ПК-25.1	КИ1, Прз1, Т1, ЛР1, Т2, ЛР2, КР1, Экзамен (5 сем.)

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

Аттестация в 5 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
КИ1	Контроль по итогам	10	6
Прз1	Презентация	4	2.4
Т1	Тестирование	10	6
ЛР1	Лабораторная работа	8	4.8
Т2	Тестирование	10	6
ЛР2	Лабораторная работа	8	4.8
КР1	Контрольная работа	10	6
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Экзамен		40	24
Итого:		100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х балльной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Экзамена (5 семестр):

- 1 Ядерные силы.
- 2 Радиоактивность. Виды радиоактивного излучения.
- 3 Период полураспада.
- 4 Энергия связи и устойчивость ядер атомов.
- 5 Ядерные реакции. Упругое и неупругое рассеяние. Радиационный захват. Деление.
- 6 Цепная реакция деления.
- 7 Получение уранового топлива.
- 8 Изменения, происходящие в ядерном топливе в реакторном цикле.
- 9 Переработка отработавшего ядерного топлива.
- 10 Схема ядерного реактора и его основных элементов.
- 11 Конструкция цилиндрического ТВЭЛа.
- 12 Основные типы реакторов.
- 13 Классификация ядерных реакторов.
- 14 Виды тепловых схем АЭС.
- 15 Требования к теплоносителям АЭС.
- 16 Паротурбинная установка. Эффективность работы.
- 17 Классификация паротурбинных установок.
- 18 Основное и вспомогательное оборудование паротурбинной установки.
- 19 Основные правила эксплуатации энергоблоков. Переходные режимы энергоблоков.
- 20 Аварийные режимы энергоблоков АЭС.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Лескин С. Т. Физические особенности и конструкция реактора ВВЭР-1000 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Лескин С. Т., Шелегов А. С., Слободчук В. И. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2011 - 116 с.

Л1.2 Окунев В. С. Основы прикладной ядерной физики и введение в физику ядерных реакторов: учебное пособие / В. С. Окунев - Москва: Изд-во МГТУ, 2015 - 535 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Владимиров В. И. Физика ядерных реакторов: практические задачи по их эксплуатации / В. И. Владимиров - Москва: URSS, 2009 - 478 с.

Л2.2 Пронкин Н. С. Обеспечение безопасности хранилищ радиоактивных отходов предприятий ядерного топливного цикла [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Пронкин Н. С., Шарафутдинов Р. Б., Савандер В. И. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2011 - 232 с.

Л2.3 Технологии обеспечения жизненного цикла ядерных энергетических установок: научно-технический сборник / Федеральная ядерная организация. Федеральное государственное предприятие "Научно-исследовательский технологический институт им. А.П. Александрова" ; под редакцией Л. А. Большов - Сосновый Бор: ВВМ, 2015-

Л2.4 Шелегов А. С. Физические особенности и конструкция реактора РБМК-1000 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Шелегов А. С., Лескин С. Т., Слободчук В. И. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2011 - 64 с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 Официальный сайт госкорпорации Росатом <https://rosatom.ru/>

Э2 Информационная система Google-Академия <https://scholar.google.ru/>

Э3 Распределенный сводный каталог библиотек институтов НИЯУ МИФИ
<http://library.mephi.ru/>

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: помечать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). 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 следующем занятии или консультации.

Практические занятия. Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать

правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

Лабораторные работы. Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;
- 4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;
- 5) расчет искомой величины и ее значение;
- 6) расчет ошибки измерения;
- 7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;
- 8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, практических, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Выполнение домашних заданий

- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к контрольным работам
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): М.Л. Иванов