

**Северский технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

**Кафедра «Высшей математики и информационных технологий»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
УСТАНОВОК**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**14.04.02 Ядерные физика и технологии**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Ядерные энерготехнологии нового поколения**

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)
1	5	180	8	32	8	20	132	ДифЗ
Итого	5	180	8	32	8	20	132	

## Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Инженерные расчеты ядерных энергетических установок» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 14.04.02 «Ядерная физика и технологии», образовательной программы «Ядерные энерготехнологии нового поколения».

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

**1) знать:**

- 3.1 принятые технологии и перспективы развития различных типов реакторов;
- 3.2 основные тепловые и гидравлические процессы, протекающие в ЯЭУ;
- 3.3 основные принципы и критерии обеспечения безопасности ядерных энергетических установок;

**2) уметь:**

У.1 применять полученные знания к решению практических задач, связанных с проектированием ЯЭУ;

**3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

В.1 методами инженерных расчетов ядерных реакторов.

### 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Инженерные расчеты ядерных энергетических установок» являются:

подготовка студентов к решению инженерных задач, связанных с проектированием современных и перспективных ядерных энергетических установок.

Основными задачами дисциплины являются:

ознакомление с основными тепловыми и гидравлическими процессами, протекающими в ЯЭУ, изучение порядка и методов инженерных расчетов ядерных реакторов.

### 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Инженерные расчеты ядерных энергетических установок» (Б1.В.ДВ.3.1) - 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: <b>проектный</b>			

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
комплексное проектирование по принципу CDIO: планирование, проектирование, производство и применение реальных систем, процессов и продуктов в атомной отрасли и других высокотехнологичных секторах экономики	ядерные энерготехнологии нового поколения на базе реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ) с замкнутым ядерным топливным циклом для атомных электростанций, обеспечивающих потребности страны в энергоресурсах и повышение эффективности использования природного урана и отработавшего ядерного топлива	<b>ПК-5</b> Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий	<b>З-ПК-5</b> Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок <b>У-ПК-5</b> Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок <b>В-ПК-5</b> Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок
<b>тип задач профессиональной деятельности: экспертный</b>			
анализ технологий получения новых видов топлива и материалов для ядерной энергетики	ядерные энерготехнологии нового поколения на базе реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ) с замкнутым ядерным топливным циклом для атомных электростанций, обеспечивающих потребности страны в энергоресурсах и повышение эффективности использования природного урана и отработавшего ядерного топлива	<b>ПК-11</b> Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам	<b>З-ПК-11</b> Знать законодательные и нормативные акты регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности <b>У-ПК-11</b> Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам <b>В-ПК-11</b> владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам
анализ технологий получения новых видов топлива и материалов для ядерной энергетики	ядерные энерготехнологии нового поколения на базе реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ) с	<b>ПК-24.3</b> Способен анализировать и выбирать критерии безопасной работы, применять методы обоснования безопасности для количественных оценок риска и эффективности	<b>З-ПК-24.3</b> Знать критерии безопасной работы ядерных реакторов нового поколения <b>У-ПК-24.3</b> Уметь выбирать критерии безопасной работы и функционирования ядерных реакторов нового поколения

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
	замкнутым ядерным топливным циклом для атомных электростанций, обеспечивающих потребности страны в энергоресурсах и повышение эффективности использования природного урана и отработавшего ядерного топлива	функционирования ядерных реакторов нового поколения	<b>В-ПК-24.3</b> Владеть методикой количественных оценок риска и эффективности функционирования ядерных реакторов нового поколения

#### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Формирование воспитательного потенциала по данным образовательным программам не предусмотрено рабочей программой воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

#### 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 14.04.02 «Ядерные физика и технологии», образовательной программе «Ядерные энерготехнологии нового поколения».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – **5, 180 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 1**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Основы ядерной энергетики»
- **раздел 2** – «Теория тепло и массообменных процессов»
- **раздел 3** – «Инженерные методы расчета технологических процессов»

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)	
<b>1 семестр (18 недель)</b>								
1	Основы ядерной энергетики	3	12		56	1/ДЗ1, 3/ДЗ2, 5/ДЗ3	8/Т1	17
2	Теория тепло и массообменных процессов	3	12		38	7/ДЗ4, 9/ДЗ5, 11/ДЗ6	11/КИ1	17
3	Инженерные методы расчета технологических процессов	2	8	8	38	8/ЛР1, 13/ДЗ7, 15/ДЗ8	15/Т2	26
	Дифференцированный зачет							40
<b>Итого за 1 семестр:</b>		8	32	8	132			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 физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок ( <b>З-ПК-5</b> )	1, 3	ДЗ1, ДЗ2, Т1, ЛР1, ДЗ7, ДЗ8, Т2, Зачет (1 сем.)
– Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок ( <b>У-ПК-5</b> )	1, 3	ДЗ1, ДЗ2, Т1, ЛР1, ДЗ7, ДЗ8, Т2, Зачет (1 сем.)
– Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок ( <b>В-ПК-5</b> )	1, 3	ДЗ1, ДЗ2, Т1, ЛР1, ДЗ7, ДЗ8, Т2, Зачет (1 сем.)
– Знать законодательные и нормативные акты регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности ( <b>З-ПК-11</b> )	1, 2, 3	ДЗ3, Т1, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, КИ1, ЛР1, Т2, Зачет (1 сем.)
– Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам ( <b>У-ПК-11</b> )	1, 2, 3	ДЗ3, Т1, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, КИ1, ЛР1, Т2, Зачет (1 сем.)

– владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам ( <b>В-ПК-11</b> )	1, 2, 3	ДЗ3, Т1, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, КИ1, ЛР1, Т2, Зачет (1 сем.)
– Знать критерии безопасной работы ядерных реакторов нового поколения ( <b>З-ПК-24.3</b> )	2, 3	ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, КИ1, ЛР1, Т2, Зачет (1 сем.)
– Уметь выбирать критерии безопасной работы и функционирования ядерных реакторов нового поколения ( <b>У-ПК-24.3</b> )	2, 3	ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, КИ1, ЛР1, Т2, Зачет (1 сем.)
– Владеть методикой количественных оценок риска и эффективности функционирования ядерных реакторов нового поколения ( <b>В-ПК-24.3</b> )	2, 3	ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, КИ1, ЛР1, Т2, Зачет (1 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
<b>Раздел 1 Основы ядерной энергетики</b>	
<b>1.1 Основы замкнутого топливного цикла.</b>	1
<b>1.2 Проект БРЕСТ-ОД-300.</b>	1
<b>1.3 Экономическая целесообразность проекта БРЕСТ-ОД-300.</b>	1
<i>Итого по разделу 1:</i>	3
<b>Раздел 2 Теория тепло и массообменных процессов</b>	
<b>2.1 Нестационарная теплопроводность твердых тел.</b>	1
<b>2.2 Конвективный теплообмен при фазовых превращениях.</b>	1
<b>2.3 Обоснование безопасности РУ БРЕСТ-ОД-300.</b>	1
<i>Итого по разделу 2:</i>	3
<b>Раздел 3 Инженерные методы расчета технологических процессов</b>	
<b>3.1 Расчет характеристик пучков стержней тепловыделяющих сборок реакторной установки БРЕСТ-ОД-300.</b>	1
<b>3.2 Численные расчеты теплогидравлических процессов в парогенераторе и контуре циркуляции теплоносителя РУ БРЕСТ-ОД-300.</b>	1
<i>Итого по разделу 3:</i>	2
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>8</b>

## 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
<b>Раздел 3 Инженерные методы расчета технологических процессов</b>	
<b>3.1 Инженерные методы расчета для осредненных значений параметров ядерных энергетических установок.</b>	8
<i>Итого по разделу 3:</i>	8
<b>Всего по лабораторному практикуму дисциплины:</b>	<b>8</b>

#### 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
<b>Раздел 1 Основы ядерной энергетики</b>	
<b>1.1 Стационарные процессы переноса теплоты. Нестационарная теплопроводность в твердых телах.</b>	4
<b>1.2 Уравнения теории конвективного теплообмена. Теплообмен при ламинарном течении жидкости в трубе.</b>	4
<b>1.3 Теплообмен при турбулентном течении в трубах. Свободная конвекция.</b>	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	12
<b>Раздел 2 Теория тепло и массообменных процессов</b>	
<b>2.1 Теплообмен при фазовых превращениях. Конденсация и испарение.</b>	4
<b>2.2 Уравнения теории массообмена при химических реакциях.</b>	4
<b>2.3 Массо- и теплообменные процессы в химической технологии.</b>	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	12
<b>Раздел 3 Инженерные методы расчета технологических процессов</b>	
<b>3.1 Математические методы моделирования основных процессов ядерных энергетических установок.</b>	4
<b>3.2 Численные методы решения задач прикладной аэромеханики.</b>	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	8
<b>Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:</b>	<b>32</b>

#### 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.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Методы проблемного обучения, Обучение на основе опыта.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Case-study, Методы проблемного обучения, Обучение на основе опыта.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Опережающая самостоятельная работа, Проектный метод, Поисковый метод, Исследовательский метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 20 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-5	З-ПК-5	ДЗ1, ДЗ2, Т1, ЛР1, ДЗ7, ДЗ8, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-5	У-ПК-5	ДЗ1, ДЗ2, Т1, ЛР1, ДЗ7, ДЗ8, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-5	В-ПК-5	ДЗ1, ДЗ2, Т1, ЛР1, ДЗ7, ДЗ8, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-11	З-ПК-11	ДЗ3, Т1, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, КИ1, ЛР1, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-11	У-ПК-11	ДЗ3, Т1, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, КИ1, ЛР1, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-11	В-ПК-11	ДЗ3, Т1, ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, КИ1, ЛР1, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-24.3	З-ПК-24.3	ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, КИ1, ЛР1, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-24.3	У-ПК-24.3	ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, КИ1, ЛР1, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-24.3	В-ПК-24.3	ДЗ4, ДЗ5, ДЗ6, КИ1, ЛР1, Т2, Зачет (1 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 Диф. зачета.

### Аттестация в 1 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
ДЗ1	Домашнее задание	3	1.8
ДЗ2	Домашнее задание	3	1.8
ДЗ3	Домашнее задание	3	1.8
Т1	Тестирование	8	4.8



Д34	Домашнее задание	3	1.8
Д35	Домашнее задание	3	1.8
Д36	Домашнее задание	3	1.8
КИ1	Контроль по итогам	8	4.8
ЛР1	Лабораторная работа	10	6
Д37	Домашнее задание	3	1.8
Д38	Домашнее задание	3	1.8
Т2	Тестирование	10	6
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Дифференцированный зачет		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

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 бальной 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 Дифференцированного зачета (1 семестр):

- 1 Потребности в энергии. Мировые энергетические ресурсы, роль возобновляемых и невозобновляемых источников энергии
- 2 Основные принципы работы и характеристики ядерного реактора
- 3 Структура ядерной энергетики в мире, примеры политики развития ядерной энергетики в Германии, США и Японии
- 4 Ядерная энергетика в России: история, текущее состояние, структура отрасли, планы развития
- 5 Экономика ядерной энергетики, структура топливного цикла
- 6 Классификация ЯЭУ
- 7 Принятые технологии, история и перспективы развития: газовые реакторы, реакторы с тяжелой водой и с водой под давлением, реакторы с кипящим теплоносителем, на быстрых нейтронах, другие типы.
- 8 Топливные и конструкционные материалы ядерной энергетики
- 9 Конструирование твэл: твэлы с металлическим и дисперсионным топливом, твэлы с двуокисью урана

- 10 Аналитические зависимости для расчета температуры теплоносителя, оболочки твэл и максимальной температуры топливной композиции в реакторе с теплоносителем с постоянными физическими свойствами
- 11 Расчет коэффициента теплоотдачи при турбулентном стационарном течении воды
- 12 Расчет коэффициентов теплоотдачи при стационарном турбулентном течении жидкометаллических теплоносителей
- 13 Особенности расчета коэффициентов теплоотдачи для газовых теплоносителей, теплоотдача к газовому теплоносителю при течении через шаровую засыпку
- 14 Порядок расчета температур для кольцевых твэл с двухсторонним теплоотводом с одним и двумя ходами теплоносителя
- 15 Порядок расчета температур в каналах с холостым ходом теплоносителя
- 16 Относительная энтальпия и координата начала развитого кипения
- 17 Поле температур теплоносителя. Координата начала кипения
- 18 Порядок расчета температуры оболочки твэл в режимах кипения с недогревом и развитого кипения
- 19 Расчет максимально температуры топливной композиции. Порядок расчета балансного, объемного и истинного паросодержания
- 20 Порядок расчета потерь давления на трение, местные сопротивления, нивелирных, на ускорение
- 21 Методики расчета запаса до кризиса теплоотдачи по тепловому потоку и граничному паросодержанию

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] / Гумеров А. М. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 176 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

Л2.1 eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека - Москва: ООО "РУНЭБ", 2021

Л2.2 Кузьмин А. М. Моделирование физических процессов в энергетических ядерных реакторах на быстрых нейтронах [Текст] [учебное пособие для вузов] / А. М. Кузьмин, А. Н. Шмелев, В. А. Апсэ - Москва: издательский дом МЭИ, 2015 - 128 с.

Л2.3 Самойлов Н. А. Примеры и задачи по курсу " Математическое моделирование химико-технологических процессов" [Текст]: учебное пособие / Н. А. Самойлов - Санкт-Петербург: Лань, 2013 - 169 с.

Л2.4 Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов [Текст]: учебное пособие / Н. Г. Чикуров - Москва: РИОР, 2015 - 398 с.

Л2.5 Чикуров Н. Г. Построение математических моделей динамических систем на основе метода электроаналогий [Текст] / Н. Г. Чикуров - Старый Оскол: ТНТ, 2013 - 360 с.

### **8.3 Информационно-образовательные ресурсы**

Э1 Журнал «Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика», доступный период: с 1981 – , ISSN: 0204-3327, <http://elibrary.ru/>.

Э2 Журнал «Ядерная физика и инжиниринг», доступный период: с 2010 – , ISSN: 2079-5629, <http://elibrary.ru/>.

Э3 Журнал «Journal of Nuclear Science and Technology», доступный период: с 1964 – , ISSN: 0022-3131, <http://elibrary.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.

**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 лабораториях Информационно-вычислительного центра.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях ИВЦ запрещается находиться в верхней одежде. 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.

**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
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Подготовка к лабораторным работам
- Подготовка к промежуточному контролю: Дифференцированный зачет (1 семестр)

В течение 1 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Дифференцированному зачету по дисциплине. Студент на Дифференцированном зачете 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): В.Н. Брендаков