

**Северский технологический институт –**

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

**Кафедра «Машины и аппараты химических и атомных производств»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ  
РЕАКТОРОВ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ**

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	3	108	16	16	16	24	60	Зач.
Итого	3	108	16	16	16	24	60	

## **Аннотация**

Рабочая программа дисциплины «Конструкционные и поглощающие материалы для реакторов на быстрых нейтронах» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 14.04.02 «Ядерные 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 условия работы конструкционных материалов в реакторах на быстрых нейтронах;
- 3.2 требования к конструкционным материалам для реакторов на быстрых нейтронах. Поведение конструкционных материалов РБН в условиях коррозионного воздействия и воздействия ионизирующих излучений и сложных температурных полей;
- 3.3 основные классы конструкционных материалов для работы в реакторах на быстрых нейтронах;
- 3.4 основные понятия и классификацию поглощающих материалов.

**2) уметь:**

- У.1 использовать полученные знания для рационального выбора материалов в профессиональной деятельности;
- У.2 использовать полученные знания для анализа проблем, возникающих в связи с применением конкретных материалов;
- У.3 работать с технической литературой, научно-техническими отчётами, справочниками и другими информационными источниками.

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

- В.1 лучшими практиками реакторных испытаний и материаловедческих исследований реакторных материалов.

### **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Конструкционные и поглощающие материалы для реакторов на быстрых нейтронах» являются:

введение студентов в круг понятий и представлений об основных видах конструкционных и поглощающих материалах, используемых в реакторах на быстрых нейтронах.

Студенты получают базовые знания о строении, структуре и свойствах различных материалов ядерной техники и методах оценки их работоспособности при различных факторах эксплуатации в составе ЯЭУ.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучить условия работы и требования к конструкционным и поглощающим материалам, работающим в атомных реакторах.
- рассмотреть влияние коррозии и радиации на деградацию свойств КМ.
- установить зависимость между составом, строением и свойствами материалов для РБН, изучить теорию и практику различных способов упрочнения материалов и увеличения их стойкости при работе в РБН.

- изучить основные классы конструкционных и поглощающих материалов для работы в реакторах на быстрых нейтронах.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Конструкционные и поглощающие материалы для реакторов на быстрых нейтронах» (Б1.В.ДВ.4.1) - 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
<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-12</b> Способен объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение	<b>З-ПК-12</b> Знать основные критерии оценки предлагаемого решения или проекта по отношению к современному мировому уровню <b>У-ПК-12</b> Уметь оценивать предлагаемые решения на соответствие современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение <b>В-ПК-12</b> Владеть навыками подготовки экспертных заключений по предлагаемым проектам
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	<b>ПК-24.3</b> Способен анализировать и выбирать критерии безопасной работы, применять методы обоснования безопасности для количественных оценок риска и эффективности функционирования ядерных реакторов нового поколения	<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 <b>В-ПК-24.3</b> Владеть методикой количественных оценок риска и эффективности 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
	страны в энергоресурсах и повышение эффективности использования природного урана и отработавшего ядерного топлива		

#### 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 – 3, 108 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 1**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Условия работы и требования к КМ для РБН»
- **раздел 2** – «Коррозия КМ. Радиационное материаловедение»
- **раздел 3** – «Современные конструкционные материалы для РБН»
- **раздел 4** – «Современные конструкционные материалы для РБН»

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	Условия работы и	2	2		6	1/КР1		5

	требования к КМ для РБН							
2	Коррозия КМ. Радиационное материаловедение	4	4	16	29	16/ЛР1, 3/КИ1, 5/КИ2, 5/КИ3		30
3	Современные конструкционные материалы для РБН	6	6		15	7/КИ4, 11/КИ5, 13/КИ6		15
4	Современные конструкционные материалы для РБН	4	4		10	15/КИ7, 17/КИ8		10
	Зачет							40
<b>Итого за 1 семестр:</b>		16	16	16	60			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

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Номера разделов</b>	<b>Аттестационные мероприятия</b>
– Знать основные критерии оценки предлагаемого решения или проекта по отношению к современному мировому уровню ( <b>З-ПК-12</b> )	1, 2, 3, 4	КР1, ЛР1, КИ1, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, КИ8, Зачет (1 сем.)
– Уметь оценивать предлагаемые решения на соответствие современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение ( <b>У-ПК-12</b> )	1, 2, 3, 4	КР1, ЛР1, КИ1, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, КИ8, Зачет (1 сем.)
– Владеть навыками подготовки экспертных заключений по предлагаемым проектам ( <b>В-ПК-12</b> )	undefined	Зачет (1 сем.)
– Знать критерии безопасной работы ядерных реакторов нового поколения ( <b>З-ПК-24.3</b> )	1, 2, 3, 4	КР1, ЛР1, КИ1, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, КИ8, Зачет (1 сем.)
– Уметь выбирать критерии безопасной работы и функционирования ядерных реакторов нового поколения ( <b>У-ПК-24.3</b> )	1, 2, 3, 4	КР1, ЛР1, КИ1, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, КИ8, Зачет (1 сем.)
– Владеть методикой количественных оценок риска и эффективности функционирования ядерных реакторов нового поколения ( <b>В-ПК-24.3</b> )	undefined	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 Условия работы и требования к КМ для РБН</b>	
<b>1.1 Типы реакторов на быстрых нейтронах.</b> Условия работы конструкционных материалов в атомных реакторах. Требования к конструкционным материалам для РБН (БРЕСТ, СВБР, БН, МБИР). Критерии работоспособности. Классификация конструкционных материалов для ЯЭ.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	2
<b>Раздел 2 Коррозия КМ. Радиационное материаловедение</b>	
<b>2.1 Коррозия конструкционных материалов. Коррозионная стойкость материала.</b>	2
<b>2.2 Радиационное материаловедение.</b> Стабильность материала в условиях облучения. Радиационное упрочнение. Радиационное охрупчивание. Радиационное распухание материала (свеллинг). Радиационная ползучесть. Радиационный рост	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	4
<b>Раздел 3 Современные конструкционные материалы для РБН</b>	
<b>3.1 Малоактивируемые конструкционные материалы (МКМ).</b> Кинетика спада радиоактивности элементов. Ферритно-мартенситные стали (ФМС). Высокохромистые ферритно-мартенситные стали. Физические свойства. Механические свойства. Физико-механические свойства. Недостатки сталей ФМ класса	2
<b>3.2 Новые КМ для ЯЭ: стали EUROFER-97 (Европа), ORNL 9Cr–2WVTa (США) и F28H (Япония), российские стали ЭК-181 (основа Fe-2Cr) и ЧС139.</b> Дисперсно-упрочненные оксидами (ДУО) ФМС. . Физические свойства. Механические свойства. Физико-механические свойства	2
<b>3.3 Перспективные разработки КМ для РБН.</b> Свойства и эксплуатационные характеристики сплавов из тугоплавких материалов Mo, Nb, W. Оболочки из Si—SiC и других керамик. Бинарные оболочки. Ванадиевые сплавы.	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	6
<b>Раздел 4 Современные конструкционные материалы для РБН</b>	
<b>4.1 Основные понятия и классификация поглощающих материалов. .</b> Эксплуатационные характеристики карбида бора, оксида европия и гидрид гафния. Требования к поглощающим материалам и стержням СУЗ нового поколения. Технологии изготовления металлических и керамических изделий.	4
<i>Итого по разделу 4:</i>	4
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>16</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 2 Коррозия КМ. Радиационное материаловедение</b>	
<b>2.1 Анализ влияния состава и структуры на физико-механические свойства современных материалов для БНР различного функционального назначения.</b>	16
<i>Итого по разделу 2:</i>	16
<b>Всего по лабораторному практикуму дисциплины:</b>	<b>16</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 Условия работы и требования к КМ для РБН</b>	
<b>1.1 Различные типы российских и зарубежных реакторов..</b>	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	2
<b>Раздел 2 Коррозия КМ. Радиационное материаловедение</b>	
<b>2.1 Коррозия КМ. Коррозионная стойкость материала.</b>	1
<b>2.2 Радиационное материаловедение. Стабильность материала в условиях облучения. Радиационное упрочнение. Радиационное охрупчивание.</b>	2
<b>2.3 Радиационное распухание материала (свеллинг). Радиационная ползучесть. Радиационный рост.</b>	1
<i>Итого по разделу 2:</i>	4
<b>Раздел 3 Современные конструкционные материалы для РБН</b>	
<b>3.1 Малоактивируемые конструкционные материалы (МКМ). . Физические свойства. Механические свойства. Физико-механические свойства. Применение.</b>	2
<b>3.2 Дисперсно-упрочненные оксидами (ДУО) ФМС. Физические свойства. Механические свойства. Физико-механические свойства</b>	2
<b>3.3 Свойства и эксплуатационные характеристики сплавов из тугоплавких материалов Mo, Nb, W. . Оболочки из Si—SiC и других керамик. Бинарные оболочки. Ванадиевые сплавы. Физические свойства. Механические свойства. Физико-механические свойства.</b>	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	6
<b>Раздел 4 Современные конструкционные материалы для РБН</b>	
<b>4.1 Направления развития поглощающих материалов и органов регулирования для ядерных реакторов на быстрых нейтронах..</b>	2
<b>4.2 Современные методы реакторных испытаний и материаловедческих исследований реакторных материалов.</b>	2
<i>Итого по разделу 4:</i>	4

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:</b>	<b>16</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.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Работа в команде.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Опережающая самостоятельная работа.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 24 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-12	З-ПК-12	КР1, ЛР1, КИ1, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, КИ8, Зачет (1 сем.)
ПК-12	У-ПК-12	КР1, ЛР1, КИ1, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, КИ8, Зачет (1 сем.)
ПК-12	В-ПК-12	Зачет (1 сем.)
ПК-24.3	З-ПК-24.3	КР1, ЛР1, КИ1, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, КИ8, Зачет (1 сем.)
ПК-24.3	У-ПК-24.3	КР1, ЛР1, КИ1, КИ2, КИ3, КИ4, КИ5, КИ6, КИ7, КИ8, Зачет (1 сем.)
ПК-24.3	В-ПК-24.3	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 Зачета.

### Аттестация в 1 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
КР1	Контрольная работа	5	3
ЛР1	Лабораторная работа	10	6
КИ1	Контроль по итогам	5	3
КИ2	Контроль по итогам	10	6
КИ3	Контроль по итогам	5	3
КИ4	Контроль по итогам	5	3
КИ5	Контроль по итогам	5	3
КИ6	Контроль по итогам	5	3
КИ7	Контроль по итогам	5	3
КИ8	Контроль по итогам	5	3
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
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 Зачета (1 семестр):

- 1 Условия работы конструкционных материалов в атомных реакторах.
- 2 Требования к конструкционным материалам для РБН (БРЕСТ, СВБР, БН, МБИР).
- 3 Критерии работоспособности.
- 4 Классификация конструкционных материалов для ЯЭ.
- 5 Назовите типы реакторов на быстрых нейтронах

- 6 Коррозия конструкционных материалов.
- 7 Коррозионная стойкость материала
- 8 Стабильность материала в условиях облучения.
- 9 Радиационное упрочнение.
- 10 Радиационное охрупчивание.
- 11 Радиационное набухание материала (свеллинг).
- 12 Радиационная ползучесть.
- 13 Радиационный рост.
- 14 Кинетика спада радиоактивности элементов.
- 15 Ферритно-мартенситные стали (ФМС).
- 16 Высокохромистые ферритно-мартенситные стали.
- 17 Физические свойства.
- 18 Механические свойства.
- 19 Физико-механические свойства.
- 20 Недостатки сталей ФМ класса.
- 21 Новые КМ для ЯЭ: Физические свойства. Механические свойства. Физико-механические свойства.
- 22 Свойства и эксплуатационные характеристики сплавов из тугоплавких материалов Mo, Nb, W.
- 23 Оболочки из Si-SiC и других керамик.
- 24 Бинарные оболочки.
- 25 Ванадиевые сплавы.
- 26 Эксплуатационные характеристики карбида бора, оксида европия и гидрид гафния.
- 27 Требования к поглощающим материалам и стержням СУЗ нового поколения.
- 28 Технологии изготовления металлических и керамических изделий.

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

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Мархабаева А. А. Исследования влияний облучения на конструкционные материалы ядерных реакторов [Электронный ресурс] / А. А. Мархабаева - : Б.и.,

Л1.2 Физическое материаловедение: в 7 томах / Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" ; под ред. Б. А. Калина - М.: Изд-во НИЯУ МИФИ, 2012Т. 6: Конструкционные материалы ядерной техники: Т. 6: Конструкционные материалы ядерной техники / Б. А. Калинин [и др.] - 733, [1] с.

### **8.2 Дополнительная литература**

Л2.1 Вас Г. С. Основы радиационного материаловедения. Металлы и сплавы [Текст]: пер. с англ.: монография / Г. С. Вас - Москва: Техносфера, 2014 - 992 с.

Л2.2 Конструкционные материалы ядерных реакторов: учебное пособие для вузов: в 2 частях / Н. М. Бескорвайный [и др.] - М.: Атомиздат, 1972-Ч. 1: Ядерные и теплофизические свойства, основы коррозии и жаропрочности: Ч. 1. - 240 с.

Л2.3 Макаров Ф. В. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Микροанализ материалов и сплавов [Электронный ресурс]: практическое руководство / Ф. В. Макаров - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2010 - 15 с.

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

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода профессиональной 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 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
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к промежуточному контролю: 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 – Зачету по дисциплине. Студент на 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): Е.Ю. Карташов