

**Северский технологический институт –**

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

**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

**Кафедра «Электрооборудования и автоматизации технологических процессов»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**СИЛОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Электроснабжение**

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)
6	3	108	16	16	16	18	60	Экз.
Итого	3	108	16	16	16	18	60	

## **Аннотация**

Рабочая программа дисциплины «Силовые преобразователи в электроснабжении» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программы «Электроснабжение».

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

### **1) знать:**

3.1 принцип действия наиболее распространенных преобразователей электрической энергии: неуправляемых и управляемых выпрямителей при различных видах нагрузки, ведомых сетью и автономных инверторов; регулируемых преобразователей постоянного и переменного напряжения для электроприводов и электротехнологических установок;

3.2 особенности электромагнитных процессов и энергетические характеристики основных типов силовых преобразователей электрической энергии, степень их влияния на качество напряжения в системе электроснабжения;

3.3 методики расчета и выбора силовых полупроводниковых приборов, трансформаторов и других элементов основных типов преобразователей электрической энергии;

### **2) уметь:**

У.1 осуществлять эксплуатацию основных типов преобразователей электрической энергии;

У.2 оценить энергетические характеристики вентильного преобразователя в системе электроснабжения; выполнить его системное описание;

У.3 провести расчеты силовых элементов основных типов преобразователей, их испытания и применением современных средств вычислительной и измерительной техники;

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

В.1 опытом работы со специализированной справочной литературой и нормативно-техническими материалами;

В.2 опытом выбора и расчета рабочих режимов силовых полупроводниковых приборов.

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

Целями освоения дисциплины «Силовые преобразователи в электроснабжении» являются:

формирование у студентов прочной теоретической базы по анализу, применению, расчету силовых преобразователей в электроэнергетических системах; изучения влияния силовых преобразователей на режимы работы электротехнического оборудования, электроэнергетические системы и их объекты; усвоение практических методов расчета и анализа режимов работы энергосистемы с силовыми преобразователями.

Основными задачами дисциплины являются:

- овладеть методиками расчета силовых преобразователей;
- дать информацию о влиянии силовых преобразователей на режимы работы электротехнического оборудования;
- овладеть основами выбора наиболее эффективных схем силовых преобразователей;

- познакомить с методами анализа режимов работы энергосистемы с силовыми преобразователями.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Силовые преобразователи в электроснабжении» (Б1.В.ДВ.3.1) - Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

## 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	<p><b>З-ОПК-4</b> Знать: методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока</p> <p><b>У-ОПК-4</b> Уметь: контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик</p> <p><b>В-ОПК-4</b> Владеть: способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования</p>

## 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Силовые преобразователи в электроснабжении» 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 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программе «Электроснабжение».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – **3, 108 час.**, обучение по дисциплине проходит в семестре **6**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

– **раздел 1** – «Роль и значение силовых преобразователей в энергетике и электротехнике»

– **раздел 2** – «Силовые полупроводниковые приборы»

– **раздел 3** – «Электронные силовые преобразователи»

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>6 семестр (16 недель)</b>								
1	Роль и значение силовых преобразователей в энергетике и электротехнике	2	4		2		3/КИ1	5
2	Силовые полупроводниковые приборы	5	6		5		9/КИ2	4
3	Электронные силовые преобразователи	9	6	16	17	4/ЛР1, 8/ЛР2, 12/ЛР3, 16/ЛР4, 11/Зд1, 13/Зд2, 15/Зд3	16/КР1, 16/Т1	51
	Экзамен				36			40
<b>Итого за 6 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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока ( <b>З-ОПК-4</b> )	1, 2, 3	КИ1, КИ2, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Зд1, Зд2, Зд3, КР1, Т1, Экзамен (6 сем.)
– Уметь: контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик ( <b>У-ОПК-4</b> )	1, 2, 3	КИ1, КИ2, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Зд1, Зд2, Зд3, КР1, Т1, Экзамен (6 сем.)
– Владеть: способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования ( <b>В-ОПК-4</b> )	1, 2, 3	КИ1, КИ2, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Зд1, Зд2, Зд3, КР1, Т1, Экзамен (6 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 Роль и значение силовых преобразователей в энергетике и электротехнике</b>	
<b>1.1 Силовые преобразователи в электроснабжении.</b> Вводные понятия, классификация, основные параметры и режимы работы силовых преобразователей	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	2
<b>Раздел 2 Силовые полупроводниковые приборы</b>	
<b>2.1 Элементная база силовой электроники .</b>	3
<b>2.2 Силовые полупроводниковые приборы: свойства, основные параметры и схемы замещения.</b>	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	5
<b>Раздел 3 Электронные силовые преобразователи</b>	
<b>3.1 Выпрямители напряжения и тока.</b>	2
<b>3.2 Преобразователи переменного напряжения .</b>	2
<b>3.3 Преобразователи постоянного напряжения .</b>	2
<b>3.4 Преобразователи частоты и инверторы.</b>	3
<i>Итого по разделу 3:</i>	9
<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 3 Электронные силовые преобразователи</b>	
<b>3.1 Исследование режимов работы однофазного мостового выпрямителя .</b>	4
<b>3.2 Исследование режимов работы трехфазного управляемого мостового выпрямителя .</b>	4
<b>3.3 Исследование режимов работы непосредственного понижающего преобразователя постоянного напряжения.</b>	4
<b>3.4 Исследование режимов работы трехфазного автономного инвертора напряжения.</b>	4
<i>Итого по разделу 3:</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 Роль и значение силовых преобразователей в энергетике и электротехнике</b>	
<b>1.1 Анализ режимов работы силовых преобразователей.</b>	2
<b>1.2 Расчет параметров электрических процессов в силовых преобразователях.</b>	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
<b>Раздел 2 Силовые полупроводниковые приборы</b>	
<b>2.1 Анализ схем замещения силовых полупроводниковых приборов. Расчет их параметров .</b>	2
<b>2.2 Расчет потерь в силовых полупроводниковых приборах.</b>	2
<b>2.3 Тепловой расчет силовых полупроводниковых приборов.</b>	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
<b>Раздел 3 Электронные силовые преобразователи</b>	
<b>3.1 Анализ режимов работы и расчет параметров однофазных выпрямителей .</b>	2
<b>3.2 Анализ режимов работы и расчет параметров трехфазных выпрямителей .</b>	2
<b>3.3 Анализ режимов работы автономных инверторов напряжения.</b>	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	6
<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: Методы проблемного обучения, Обучение на основе опыта.

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

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 18 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
ОПК-4	З-ОПК-4	КИ1, КИ2, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Зд1, Зд2, Зд3, КР1, Т1, Экзамен (6 сем.)
ОПК-4	У-ОПК-4	КИ1, КИ2, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Зд1, Зд2, Зд3, КР1, Т1, Экзамен (6 сем.)
ОПК-4	В-ОПК-4	КИ1, КИ2, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Зд1, Зд2, Зд3, КР1, Т1, Экзамен (6 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 6 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
КИ1	Контроль по итогам	5	3
КИ2	Контроль по итогам	4	2.4
ЛР1	Лабораторная работа	5	3
ЛР2	Лабораторная работа	5	3
ЛР3	Лабораторная работа	5	3
ЛР4	Лабораторная работа	5	3
Зд1	Задание (задача)	2	1.2
Зд2	Задание (задача)	2	1.2
Зд3	Задание (задача)	2	1.2
КР1	Контрольная работа	15	9
Т1	Тестирование	10	6
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Экзамен		<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 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 (6 семестр):**

- 1 Классификация, назначение и области применения силовых преобразователей электроэнергии.
- 2 Линейный силовой преобразователь: принцип построения, режимы работы, достоинства и недостатки.
- 3 Импульсный силовой преобразователь: принцип построения, режимы работы, достоинства и недостатки.
- 4 Классификация и области применения силовых полупроводниковых приборов.
- 5 Принцип работы, основные параметры, схема замещения и вольт-амперная характеристика полупроводникового выпрямительного диода.
- 6 Назначение и особенности применения группового соединения полупроводниковых диодов.
- 7 Принцип работы, основные параметры, схема замещения и вольт-амперная характеристика тиристора.
- 8 Принцип расчета потерь в силовых вентилях. Статические и динамические потери.
- 9 Способы охлаждения полупроводниковых приборов. Расчет температурного режима работы.
- 10 Условия отпирания и запираания тиристора. Понятие о естественной и искусственной коммутации. Диаграмма управления тиристора.
- 11 Способы формирования управляющего сигнала тиристора: из напряжения силовой цепи, из анодного напряжения, из дополнительного источника.
- 12 Схема искусственной коммутации тиристора.
- 13 Принцип фазового регулирования углом управления тиристора. Метод вертикального управления.
- 14 Принцип фазового регулирования углом управления тиристора. Метод горизонтального управления.
- 15 Принцип фазового регулирования углом управления тиристора. Метод тангенциального управления.
- 16 Основные принципы построения и режимы работы тиристорных усилителей.
- 17 Однофазный регулятор переменного напряжения на основе биполярной тиристорной ячейки. Работа на активную нагрузку.
- 18 Фазорегулирующий тиристорный усилитель. Работа на активно-индуктивную нагрузку.
- 19 Гармонический состав токов и напряжения тиристорного регулятора с фазовым регулированием. Влияние характера нагрузки на форму тока.
- 20 Трёхфазный тиристорный пускатель.



- 21 Назначение, основные элементы, классификация и эксплуатационные характеристики выпрямителей. Примеры схем выпрямителей.
- 22 Однофазный однополупериодный неуправляемый выпрямитель: принципиальная схема, временные диаграммы токов и напряжений, достоинства и недостатки.
- 23 Принцип расчета основных параметров однофазного однополупериодного неуправляемого выпрямителя, работающего на активную нагрузку.
- 24 Особенности работы однофазного однополупериодного выпрямителя на активно-индуктивную нагрузку. Временные диаграммы токов и напряжения.
- 25 Однофазный неуправляемый выпрямитель с нулевым выводом: принципиальная схема, временные диаграммы токов и напряжений, достоинства и недостатки.
- 26 Принцип расчета основных параметров однофазного неуправляемого выпрямителя с нулевым выводом, работающего на активную нагрузку.
- 27 Особенности работы однофазного неуправляемого выпрямителя с нулевым выводом на активно-индуктивную нагрузку. Временные диаграммы токов и напряжения.
- 28 Однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель: принципиальная схема, временные диаграммы токов и напряжений, достоинства и недостатки.
- 29 Особенности работы однофазного мостового неуправляемого выпрямителя на активно-индуктивную нагрузку. Временные диаграммы токов и напряжения.
- 30 Трехфазный мостовой неуправляемый выпрямитель: принципиальная схема, временные диаграммы токов и напряжений, достоинства и недостатки.
- 31 Трехфазный неуправляемый выпрямитель с нулевым выводом: принципиальная схема, временные диаграммы токов и напряжений, достоинства и недостатки.
- 32 Однофазный управляемый выпрямитель с нулевым выводом: принципиальная схема, временные диаграммы токов и напряжений, достоинства и недостатки.
- 33 Коммутационные процессы в выпрямителе. Величина угла коммутации.
- 34 Специальные схемы выпрямителей.
- 35 Фильтры высших гармоник: классификация, принципиальные схемы, принцип работы и параметры.
- 36 Статические преобразователи частоты: назначение, классификация и области применения.
- 37 Схемная реализация и принцип работы непосредственного преобразователя частоты с естественной коммутацией вентилей.
- 38 Схемная реализация и принцип работы непосредственного преобразователя частоты с искусственной коммутацией вентилей.
- 39 Выпрямительно-инверторные преобразователи частоты: структура, назначение узлов, достоинства и недостатки.
- 40 Автономные инверторы напряжения. Принципиальная схема трехфазного автономного инвертора. Принцип формирования кривой выходного напряжения.
- 41 Способы регулирования величины выходного напряжения автономных инверторов.
- 42 Способы повышения качества выходного напряжения автономных инверторов.

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

### **8.1 Основная литература**

- Л1.1 Белов Н. В. Электротехника и основы электроники [Электронный ресурс] / Белов Н. В., Волков Ю. С. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 432 с.
- Л1.2 Онищенко Г. Б. Силовая электроника. Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения [Текст]: учебное пособие / Г. Б. Онищенко, О. М. Соснин - Москва: Инфра-М, 2016 - 122 с.

## 8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Белоус А. И. Полупроводниковая силовая электроника; Текст / А. И. Белоус, С. А. Ефименко, А. С. Турцевич - Москва: Техносфера, 2013 - 214 с.

Л2.2 Бурман А. П. Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем [Текст]: учебное пособие / А. П. Бурман, Ю. К. Розанов, Ю. Г. Шакарян - М.: Изд-во МЭИ, 2012 - 336 с.

Л2.3 Иванов И. И. Электротехника и основы электроники [Текст]: учебник / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов - Санкт-Петербург: Лань, 2015 - 736 с.

Л2.4 Петрович В. П. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие для вузов / В. П. Петрович, Н. А. Воронина, А. В. Глазачев; Федеральное агентство по образованию, Томский политехнический университет - Томск: Изд-во ТПУ, 2009 - 239, [1] с.

## 8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 Сайт журнала «Силовая электроника» (архив статей) - <http://power-e.ru/>

Э2 Сайт журнала «Компоненты и технологии» (архив статей) - <http://www.kit-e.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: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурис). 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 лабораторным работам
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (6 семестр)

В течение 6 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): Д.Ю. Давыдов