

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	З-ОПК-4 Знать: методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока У-ОПК-4 Уметь: контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик В-ОПК-4 Владеть: способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования

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)	
6 семестр (16 недель)								
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
Итого за 6 семестр:		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 (З-ОПК-4)	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 (У-ОПК-4)	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 (В-ОПК-4)	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
Раздел 1 Роль и значение силовых преобразователей в энергетике и электротехнике	
1.1 Силовые преобразователи в электроснабжении. Вводные понятия, классификация, основные параметры и режимы работы силовых преобразователей	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	2
Раздел 2 Силовые полупроводниковые приборы	
2.1 Элементная база силовой электроники .	3
2.2 Силовые полупроводниковые приборы: свойства, основные параметры и схемы замещения.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	5
Раздел 3 Электронные силовые преобразователи	
3.1 Выпрямители напряжения и тока.	2
3.2 Преобразователи переменного напряжения .	2
3.3 Преобразователи постоянного напряжения .	2
3.4 Преобразователи частоты и инверторы.	3
<i>Итого по разделу 3:</i>	9
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	16

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 3 Электронные силовые преобразователи	
3.1 Исследование режимов работы однофазного мостового выпрямителя .	4
3.2 Исследование режимов работы трехфазного управляемого мостового выпрямителя .	4
3.3 Исследование режимов работы непосредственного понижающего преобразователя постоянного напряжения.	4
3.4 Исследование режимов работы трехфазного автономного инвертора напряжения.	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	16
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 Роль и значение силовых преобразователей в энергетике и электротехнике	
1.1 Анализ режимов работы силовых преобразователей.	2
1.2 Расчет параметров электрических процессов в силовых преобразователях.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
Раздел 2 Силовые полупроводниковые приборы	
2.1 Анализ схем замещения силовых полупроводниковых приборов. Расчет их параметров .	2
2.2 Расчет потерь в силовых полупроводниковых приборах.	2
2.3 Тепловой расчет силовых полупроводниковых приборов.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
Раздел 3 Электронные силовые преобразователи	
3.1 Анализ режимов работы и расчет параметров однофазных выпрямителей .	2
3.2 Анализ режимов работы и расчет параметров трехфазных выпрямителей .	2
3.3 Анализ режимов работы автономных инверторов напряжения.	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	6
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.

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
Текущая аттестация			
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
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 (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