



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Физический факультет
Кафедра «Инженерная физика»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

**Образовательная программа
11.03.04- Электроника и нанoeлектроника
Профиль подготовки
Микроэлектроника и твердотельная электроника**

**Уровень высшего образования
Бакалавриат**

**Форма обучения:
Очная**

**Статус дисциплины:
Входит в часть ОПОП, формируемая участниками образовательных
отношений**

Махачкала, 2021

Программа дисциплины «Основы силовой электроники» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 - Электроника и наноэлектроника, профиль подготовки - Микроэлектроника и твердотельная электроника (уровень: бакалавриата) – Приказ Мин- обрнауки России от 12.03.2015 №218.

Разработчик: кафедра инженерной физики, д.ф.м.н., проф. Садыков С.А.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры Инженерная физика от « 29 » 06 2021 г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 30 » 06. 2021 г., протокол № 11.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 9 » 07 2021 г.

Нач. УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Основы силовой электроники» входит в часть ОПОП, формируемая участниками образовательных отношений (модуль «Полупроводниковая силовая электроника») образовательной программы бакалавриата по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой инженерной физики.

Содержание дисциплины направлено на освоение физических основ современной силовой электроники, изучению физических принципов работы, параметров и характеристик устройств силовой электроники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих **профессиональных** компетенций выпускника:

- Способен проводить предварительные измерения опытных образцов изделий «система в корпусе». - ПК-2.1.
- Способен разработать технические описания на отдельные блоки и систему в целом - ПК-3.1.
- Способен разработать инструкции по типовому использованию и назначению изделий "система в корпусе" - ПК-3.2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: тестирование, индивидуальное собеседование, письменные контрольные задания и пр. и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
8	108	40	16		24	36		32	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы силовой электроники» являются: формирование систематических знаний, необходимых при проектировании, производстве, испытаниях и эксплуатации блоков силовой электроники различных типов и назначения.

Задачами дисциплины является изучение физических основ силовой электроники, ознакомление с принципами действия, конструктивно-технологическими особенностями, основными характеристиками и параметрами приборов твердотельной силовой электроники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: классификацию вентиляемых преобразователей и их области применения; основные принципы работы устройств силовой электроники.

Уметь: анализировать работу приборов силовой электроники; применять теорию и технику эксперимента при проектировании, испытаниях и производстве устройств силовой электроники.

Владеть: теоретической базой по характеристикам и принципу действия силовых электронных приборов; навыками самостоятельного получения информации, ее анализа и обобщения для решения задач в области силовой электроники; навыками построения схем силовой части и систем управления устройств силовой электроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы силовой электроники» входит в часть ОПОП, формируемая участниками образовательных отношений (модуль «Полупроводниковая силовая электроника»). Дисциплина взаимосвязана с дисциплинами опорных учебных дисциплин учебного плана: физические основы электроники; материалы электроники; компоненты электронной техники; теоретические основы электротехники; метрология, стандартизация и сертификация; наноэлектроника и схемотехника.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Тип задачи профессиональной деятельности – *научно-исследовательский*

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции выпускника	Результаты обучения	Процедура освоения
---	--	---------------------	--------------------

<p>ПК-2. Способен организовать измерения и испытания изделий «система в корпусе»</p>	<p>ПК-2.1. Способен проводить предварительные измерения опытных образцов изделий «система в корпусе»</p>	<p>Знает: -- методы и средства измерения параметров и характеристик электронных устройств в целом, отдельных узлов, блоков в процессе изготовления и эксплуатации, а также отдельных электронных компонентов изделий силовой электроники «система в корпусе»; - методы экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов силовой электроники; -основы теории цепей; - основы аналоговой, импульсной и цифровой электроники; -физические принципы испытаний и измерений изделий силовой электроники "система в корпусе" и микросборок; Умеет: - оценивать перспективные направления развития силовой электроники с учетом мирового опыта и перспективных разработок; -пользоваться измерительным оборудованием для проведения измерений изделий силовой электроники "система в корпусе"; -производить настройку и калибровку измерительного оборудования для проведения измерений изделий силовой электроники "система в корпусе"; -проводить измерения и испытания изделий "система в корпусе" и микросборок; -интерпретировать результаты измерения опытной партии изделий силовой электроники "система в корпусе" в соответствии с поставленной задачей; Владеет: - навыками самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик устройств силовой электроники; - навыками построения схем силовой части и систем управления - навыками подготовить оснастки и настройка необходимого измерительного оборудования для проведения измерений опытной партии образцов изделий силовой электроники "система в корпусе"; - опытом организовать калибровки и поверки измерительного оборудования;</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, выступление на семинарах.</p>
---	---	--	--

		- опытом проводить измерений опытной партии образцов изделий силовой электроники "система в корпусе" согласно программе измерений и испытаний;	
ПК-3. Способен разработать комплект конструкторской и технической документации на изделия «система в корпусе»	ПК-3.1. Способен разработать технические описания на отдельные блоки и систему в целом	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - аналоговую и цифровую схемотехнику, схемотехнику импульсных схем, схемы смешанного сигнала; - электронную компонентную базу производства изделий силовой электроники "систем в корпусе" и микросборок; - требования к оформлению технологической документации для изготовления опытного образца изделий силовой электроники "система в корпусе" и микросборок; - основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать требования технического задания на разработку изделий силовой электроники "система в корпусе" и микросборок; - оформлять техническую документацию на проектирование и конструирование изделий силовой электроники "система в корпусе" и микросборок; - разрабатывать структурные и функциональные схемы на основе электрической схемы; - составлять описание схем и технических условий эксплуатации; - пользоваться специальным программным обеспечением для разработки технических описаний и конструкторской документации на изделия силовой электроники "система в корпусе". <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - опытом разработки технических описаний структурной схемы, электрической схемы, технических условий функционирования отдельных блоков силовой электроники; - навыками обосновать выбор электронных компонентов для отдельных блоков изделий силовой электроники "система в корпусе"; - опытом описания отдельных компонентов блоков силовой электроники, их характеристик и технических условий 	Устный опрос, письменный опрос, выступление на семинарах.

		<p>эксплуатации;</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки функциональных схем отдельных блоков изделий силовой электроники "система в корпусе"; - навыками разработки описания структурной схемы и технических условий функционирования изделий силовой электроники "система в корпусе" 	
	<p>ПК-3.2. Способен разработать подготавливать функционального описания, инструкции по типовому использованию и назначению изделий "система в корпусе"</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - техника и электроника в которой применяются изделия силовой электроники "система в корпусе" и микросборки; - аналоговая и цифровая схемотехника, схемотехника импульсных схем, схемы смешанного сигнала; - технологические процессы монтажа элементов на кристалл и применяемые для этого материалы; - физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать нормативно-техническую документацию для силовой электроники "систем в корпусе" и микросборок; - определять экологическую пригодность выпускаемой продукции. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработка описания типовых функций, выполняемых при изготовлении изделий силовой электроники "система в корпусе"; - навыками разработки типовых схем включения изделий силовой электроники "система в корпусе"; - навыками разработки инструкций для пользователей изделий силовой электроники "система в корпусе". 	<p>Устный опрос, письменный опрос, выступление на семинарах, мини-конференциях.</p>

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины - 3 зачётные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практи- ческие	Лабо- рагор-	Кон- троль		
1	Тема 1. Элементарная база полупроводниковых(вентильных) преобразователей.	9		4	6	-	8	8	Домашнее задание Собеседование Устный опрос
	Тема 2. Управляемые выпрямители.	9		4	6		8	8	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Устный опрос (УО) Промежуточный контроль по модулю
	Тема 3. Трёхфазные выпрямители.	9		4	4		8	8	Домашнее задание Собеседование Устный опрос
	Тема 4. Коммутаторы постоянного тока.	9		2	4		6	4	(Домашнее задание Собеседование Устный опрос
	Тема 5. Коммутаторы переменного тока.	9		2	4		6	4	Домашнее задание Собеседование Устный опрос Промежуточный контроль по модулю
	ИТОГО: 108	9		16	24		36	32	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Раздел 1. Выпрямители силовых схем

Тема 1. Элементарная база полупроводниковых(вентильных) преобразователей. Введение. Классификация выпрямителей. Входные и выходные параметры выпрямителей.

Однофазные выпрямители. Неуправляемые выпрямители. Однополупериодный выпрямитель. Однополупериодный выпрямитель с шунтирующим диодом. Двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и активной нагрузкой. Выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и активно-индуктивной нагрузкой. Мостовой выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой. Выпрямитель с активноемкостной нагрузкой

Тема 2. Управляемые выпрямители. Однополупериодный выпрямитель с RLнагрузкой. Двухполупериодный выпрямитель с RL-нагрузкой. Двухполупериодный

выпрямитель с RL нагрузкой и противоЭДС. Коммутация тока и внешние характеристики однофазных управляемых выпрямителей. Полууправляемые выпрямители.

Тема 3. Трёхфазные выпрямители.

Трёхфазные однополупериодные выпрямители. Трёхфазные двухполупериодные управляемые мостовые выпрямители. Формы выходных токов в управляемых мостовых выпрямителях. Схемы управления запуском трехфазных управляемых выпрямителей.

Раздел 2. Коммутаторы постоянного и переменного тока.

Тема 4. Коммутаторы постоянного тока.

Коммутаторы постоянного тока. Классификация коммутаторов. Способы управления коммутаторами. Коммутатор напряжения. Управляющие схемы коммутатора напряжения. Коммутатор тока. Коммутатор нагрузки. Коммутатор Джонса. Повышающий коммутатор.

Тема 5. Коммутаторы переменного тока.

Коммутаторы переменного тока с помощью симистора. Коммутатор переменного тока с резистивной нагрузкой. Коммутатор переменного тока с индуктивно-резистивной нагрузкой.

4.3.1. Темы практических занятий

1. Области применения силовой электроники. Состав устройств преобразовательной техники.
2. Полупроводниковые приборы, используемые в силовых преобразователях. Основные характеристики, статические и динамические параметры.
3. Расчет и выбор силовых ключей.
4. Однофазные схемы выпрямления. Работа схемы на активную, активно-индуктивную нагрузку
5. Выбор и расчет схем защиты силовых полупроводниковых приборов
6. Трёхфазные схемы выпрямления. Работа схемы на активную, активно-индуктивную нагрузку.
7. Режим прерывистого и непрерывного тока нагрузки.
8. Коммутирующие устройства силовой электроники
9. Коммутация токов в выпрямителе.
10. Внешние и регулировочные характеристики. Расчет характеристик выпрямителей.
11. Временные диаграммы схем выпрямления в различных режимах работы.
12. Выбор силовых полупроводниковых приборов для управления электрооборудованием

4.3.2. Темы самостоятельной работы

1. История развития силовой электроники.
2. Полупроводниковые приборы силовой электроники.
3. Теория преобразования переменного тока в постоянный
4. Базовые схемы и способы регулирования напряжения и тока
5. Выпрямители на полностью управляемых вентилях
6. Выпрямитель трехфазного тока со схемой соединения обмоток трансформатора треугольник - звезда с нулевым выводом.
7. Выпрямитель трехфазного тока со схемой соединения обмоток трансформатора звезда - зигзаг с нулем.
8. Шестифазный выпрямитель трехфазного тока с соединением вторичных обмоток трансформатора звезда - обратная звезда с уравнительным реактором.
9. Выпрямитель трехфазного тока по мостовой схеме.

10. Управляемые выпрямители.

5. Образовательные технологии

Технология процесса обучения по дисциплине «Основы силовой электроники» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- аудиторные занятия (лекционно-семинарская форма обучения);
- самостоятельная работа студентов;
- контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию.

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы. В учебный процесс будут внедрены современные образовательные технологии, такие как: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм, проблемное обучение, обучение на основе опыта, индивидуальное обучение, междисциплинарное обучение, опережающая самостоятельная работа, технология кейс-метода, технология «Three-learning» и другие. Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплин и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность магистров.

Образовательные технологии будут реализованы, как правило, с применением компьютерных и технических средств, учебного, научного и производственного оборудования, с физическим моделированием и проведением экспериментов.

Аудиторные занятия будут проводиться в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения. Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала. Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- нахождение проблемной формулировки темы занятий, заданий, вопросов;
- мониторинг личностных особенностей и профессиональной направленности студентов;
- оценка результата совместной деятельности.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса к конкретной дисциплине в общеобразовательном, общекультурном и профессиональном плане;
- повышение уровня активности и самостоятельности обучающихся;
- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации.

В случае наличия среди обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются следующие адаптивные образовательные технологии:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать пособия, выполненные шрифтом Брайля, крупноформатные наглядные материалы и аудиофайлы;
- обязательное звуковое сопровождение демонстрационного или иллюстративного материала для лиц с ограниченными возможностями по слуху;
- создание условий для организации коллективных занятий в студенческих группах, где инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью оказывалась бы помощь для получения информации;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа призвана способствовать:

- углублению и расширению знаний в области силовой электроники;
- овладению приёмами процесса познания;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа будет организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающегося:

- проработка пройденных лекционных материалов;
- проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;
- самостоятельно решение сформулированных задач по основным разделам курса;
- изучение обязательной и дополнительной литературы;
- написание рефератов по отдельным разделам дисциплины;
- подготовка к экзамену.

7. Фонд оценочных средств проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости представлены в Положении «О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

7.1. Типовые вопросы к экзамену

1. Вентильные преобразователи. Классификация.
2. Блок-схема выпрямителя. Классификация выпрямителей
3. Показатели, характеризующие схемы выпрямления
4. Однофазная однополупериодная схема выпрямления. Работа на активную нагрузку.
5. Однофазная однополупериодная схема выпрямления. Работа на активно-индуктивную нагрузку. Включение обратного диода.
6. Однофазная двухполупериодная схема выпрямления со средней точкой. Работа на активную нагрузку.

7. Однофазная двухполупериодная схема выпрямления со средней точкой. Работа на активно-индуктивную нагрузку.
8. Режим прерывистого тока.
9. Однофазная мостовая схема выпрямления. Диаграммы работы.
10. Трехфазная нулевая схема выпрямления. Диаграммы работы.
11. Трехфазная мостовая схема выпрямления. Диаграммы работы.
12. Шестифазная нулевая схема выпрямления.
13. Характеристики управления выпрямителей.
14. Коммутации токов в схемах выпрямления.
15. Особенности коммутации в трехфазных схемах.
16. Работа выпрямителей на противо-ЭДС.
17. Внешние характеристики выпрямителей
18. Комбинированные схемы выпрямления.
19. Коэффициент мощности и КПД выпрямителей.
20. Пути улучшения энергетических показателей выпрямителей.
21. Гармонический состав выпрямленного напряжения.
22. ШИП с параллельно-емкостной коммутацией. Схемы замещения.
23. ШИП с параллельно-емкостной коммутацией. Диаграммы работы.
24. Трансформаторы. Реакторы. Конденсаторы. Разновидности и области применения.
25. Назначение и классификация фильтров.
26. Основные схемы выпрямления однофазного тока: однополупериодная, нулевая, двухполупериодная, мостовая.
27. Основные схемы выпрямления трехфазного тока: трехфазная нулевая, мостовая.
28. Тиристорное управление выпрямителями.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля – 40 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 15 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 25 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 20 баллов.

Критерии оценок на экзаменах

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:

- «0 – 50» баллов – неудовлетворительно
- «51 – 65» баллов – удовлетворительно
- «66 - 85» баллов – хорошо
- «86 - 100» баллов – отлично
- «51 и выше» баллов – зачет

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

Основная литература:

1. С. Рама Редди. Основы силовой электроники. М.: Техносфера, 2006.
2. Г.С. Зиновьев. Силовая электроника. М.: Юрайт, 2012.
3. Семенов Б. Ю. Силовая электроника [Электронный учебник] : От простого к сложному Учебное пособие / Семенов Б. Ю., 2009, СОЛОН-ПРЕСС. - 416 с. Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/8674>

Дополнительная литература:

4. П. Воронин. Силовые полупроводниковые ключи. Семейства, характеристики, применение. Издательство: ДМК-Пресс, 2015.
5. Основы силовой электроники [Текст] / под ред. Д.П. Приходько; пер. с англ. В.В. Масалова. - Москва: Техносфера, 2006. – 286.
6. Розанов Ю.К. Силовая электроника. Москва. Издательский дом МЭИ 2007г.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
4. www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
5. www.iqlib.ru - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
6. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

При изучении учебной дисциплины студенту необходимо руководствоваться следующими методическими указаниями.

1. При изучении тем из модулей повторить лекционный учебный материал, изучить рекомендованную литературу, а также учебный материал, находящийся в указанных информационных ресурсах. На завершающем этапе изучения тем необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для самоконтроля, размещенных в электронной информационной образовательной среде, проверить качество усвоения учебного материала. В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

2. После изучения модуля дисциплины необходимо пройти контрольный тест по данному модулю с целью оценивания знаний и получения баллов.

3. После изучения модулей приступить к выполнению контрольной работы, руководствуясь методическими рекомендациями

4. В завершении изучения учебной дисциплины в семестре студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется рабочим учебным планом.

5. К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана и набравшие достаточное количество баллов за учебную работу

в соответствии с балльно-рейтинговой системой.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально – техническая база кафедры экспериментальной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 «**Электроника и наноэлектроника**», позволяет готовить бакалавров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.

1. Мультимедийные аудитории. 2. Библиотека. 3. Электронная информационно-образовательная среда университета. 4. Локальная сеть с выходом в Интернет.