

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра радиоэлектроники и защиты информации

Авторы-составители: **Вольхин Игорь Львович**
Лунегов Игорь Владимирович

Рабочая программа дисциплины
КВАНТОВАЯ И ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Код УМК 97317

Утверждено
Протокол №4
от «24» июня 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Квантовая и полупроводниковая электроника

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **10.05.03** Информационная безопасность автоматизированных систем
направленность Безопасность открытых информационных систем

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Квантовая и полупроводниковая электроника** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем (направленность : Безопасность открытых информационных систем)

ОПК.15 Способен анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники, применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.15.1 Анализирует физические явления и процессы, идентифицирует и формулирует проблемы в профессиональной области

ОПК.15.2 Применяет знания физических основ современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения профессиональных задач

ПК.6 Способен проводить контроль защищенности информации от утечки по техническим каналам

Индикаторы

ПК.6.1 Проводит специальные исследования на утечку информации по техническим каналам

4. Объем и содержание дисциплины

Специальность	10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем (направленность: Безопасность открытых информационных систем)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	13
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (13 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Квантовая и полупроводниковая электроника

В дисциплине “Квантовая и полупроводниковая электроника” представлены разделы:

1. Полупроводниковая электроника.
 - 1.1. Полупроводниковые диоды.
 - 1.2. Биполярные транзисторы.
 - 1.3. Тиристоры.
 - 1.4. Полевые транзисторы.
 - 1.5. Интегральные микросхемы.
 2. Квантовая электроника.
 - 2.1. Фотоэлектронные приборы.
 - 2.2. Оптоэлектронные приборы.
 - 2.3. Терморезисторы.
- Итоговое контрольное мероприятие.

Полупроводниковая электроника

В разделе "Полупроводниковая электроника" представлены темы:

1. Полупроводниковые диоды.
2. Биполярные транзисторы.
3. Тиристоры.
4. Полевые транзисторы.
5. Интегральные микросхемы.

Полупроводниковые диоды

В теме полупроводниковые диоды представлены:

Лекция "Полупроводниковые диоды" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Контактные явления.
2. p-n-переход.
3. Барьерная емкость p-n-перехода.
4. Гетеропереходы.
5. Контакты металл-полупроводник.
6. Виды полупроводниковых диодов.

Лабораторная работа "Исследование статических характеристик полупроводниковых диодов" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

Лабораторная работа "Изучение барьерной емкости p-n-перехода" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

Лабораторная работа "Изучение переходных процессов в полупроводниковых диодах" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

Биполярные транзисторы

В теме "Биполярные транзисторы" представлены:

Лекция "Биполярный транзистор" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Биполярные транзисторы с управляемым р-п-переходом.
2. Три схемы включения транзистора.
3. Зонные диаграммы биполярного транзистора.
4. Частотные свойства биполярного транзистора.
5. Типы биполярных транзисторов.
6. Технологии изготовления транзисторов.

Лабораторная работа "Изучение статических характеристик биполярных транзисторов" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

Тиристоры

В теме "Тиристоры" представлены:

Лекция "Тиристоры" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Полупроводниковые четырехслойные структуры типа р-п-р-п.
2. Зонная диаграмма диодного тиристора.
3. Схема включения и вольт-амперная характеристика динистора.
4. Физические процессы в динисторе.
5. Физические процессы в тринисторе.

Лабораторная работа "Исследование статических характеристик тринисторов" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

Полевые транзисторы

В теме полевые транзисторы представлены:

Лекция "Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Конструкция и принцип действия полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.
2. Вольт-амперные характеристики полевых транзисторов.
3. Основные параметры полевого транзистора.
4. Три схемы включения полевого транзистора.

Лекция "Полевые транзисторы с изолированным затвором" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Принцип работы МДП-транзистора с индуцированным п-каналом.
2. Характеристики МДП-транзистора с индуцированным каналом.
3. Характеристики МДП-транзистора со встроенным каналом.
4. параметры МДП-транзистора в режиме малого сигнала.
5. Конструктивные реализации МДП-транзисторов.
6. МДП-транзисторы большой мощности.

Лабораторная работа "Изучение статических характеристик полевых транзисторов" в которой

приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

Интегральные микросхемы

В теме "Интегральные микросхемы" представлена:

Лекция "Интегральные микросхемы" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Классификация изделий микроэлектроники. Термины и определения.
2. Пленочные проводниковые соединения и контакты.
3. способы электрической изоляции элементов полупроводниковых интегральных схем.
4. Активные элементы интегральных схем.
5. Пассивные элементы интегральных схем.

Квантовая электроника

В разделе "Квантовая электроника" представлены темы:

1. Фотоэлектронные приборы.
2. Оптоэлектронные приборы.
3. Терморезисторы.

Фотоэлектронные приборы

В теме "Фотоэлектронные приборы" представлены:

Лекция "Фотоэлектронные приборы" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Единицы измерения световых величин.
2. Фоторезистивный эффект.
 - 2.1. Поглощение света в полупроводниках.
 - 2.2. Фотопроводимость полупроводников.
 - 2.3. Спектральная зависимость фотопроводимости
 - 2.4. Фоторезисторы.
 - 2.5. Основные характеристики и параметры фоторезисторов.
3. Фотоэлектрические свойства р-п-перехода .
 - 3.1. Воздействие света на р-п-переход.
 - 3.2. Фотодиоды.
 - 3.3. Полупроводниковые фотоэлементы
 - 3.4. Биполярный фототранзистор.

Лабораторная работа "Изучение фотоэлектронных приборов" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

Оптоэлектронные приборы

В теме "Оптоэлектронные приборы" представлены:

Лекция "Оптоэлектронные приборы" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Принцип действия светодиода.
2. Полупроводниковые материалы светоизлучающих диодов.
3. Светодиод на основе гетероперехода .

4. Светодиод на основе многослойных гетероструктур .
5. Внешний квантовый выход и яркость свечения диода.
6. Основные параметры светоизлучающих диодов.
7. Оптопары.
8. Основные параметры оптопар.

Лабораторная работа "Исследование оптоэлектронных приборов" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

Лабораторная работа "Исследование оптоэлектронных пар" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

Терморезисторы

В теме "Терморезисторы" представлены:

Лекция "Терморезисторы" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Температурная зависимость электропроводимости металлов.
2. Температурная зависимость электропроводимости полупроводников и диэлектриков.
3. Параметры и характеристики терморезисторов.

Лабораторная работа "Изучение статических характеристик терморезисторов" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

Итоговое контрольное мероприятие

В разделе итоговое контрольное мероприятие приведен список вопросов.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Ажеганов А. С., Вольхин И. Л. Полупроводниковая электроника: курс лекций : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Радиофизика", "Нанотехнологии и микросистемная техника" и специальности "Информационная безопасность автоматизированных систем"/А. С. Ажеганов, И. Л. Вольхин.-Пермь, 2015.-1. <http://k.psu.ru/library/node/314928>
2. Квантовая и полупроводниковая электроника: лабораторный практикум: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки магистров "Нанотехнологии и микросистемная техника"/Министерство образования и науки Российской Федерации, Пермский государственный национальный исследовательский университет.-Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018, ISBN 978-5-7944-3032-5.-167.-Библиогр. в конце разд. <https://elis.psu.ru/node/494001>
3. Квантовая и оптическая электроника. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Радиофизика", "Нанотехнологии и микросистемная техника"/Министерство образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т ; сост.: И. Л. Вольхин, А. С. Ажеганов.-Пермь: ПГНИУ, 2021. Ч. 1. Квантовая электроника.-2021.-103, ISBN 978-5-7944-3730-0 <https://elis.psu.ru/node/642781>
4. Ажеганов А. С., Вольхин И. Л., Шестакова Н. К. Квантовая и полупроводниковая электроника: курс лекций: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки магистров "Нанотехнологии и микросистемная техника"/А. С. Ажеганов, И. Л. Вольхин, Н. К. Шестакова.-Пермь: ПГНИУ, 2018, ISBN 978-5-7944-3213-8.-159. <https://elis.psu.ru/node/557330>

Дополнительная:

1. Полупроводниковая электроника. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов физ. фак., обучающихся по специальности "Радиофизика и электроника"/М-во образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1925-2.-1. <http://www.campus.psu.ru/library/node/29399>
2. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы: учебное пособие для студентов вузов/В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин.-Санкт-Петербург: Лань, 2006, ISBN 5-8114-0368-2.-480.-Библиогр.: с. 460

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

https://studme.org/270070/tehnika/fizicheskie_osnovy_kvantovoy_elektroniki Физические основы квантовой электроники

<https://dic.academic.ru/> Большая советская энциклопедия

WWW.KNIGA.SELUK.RU Электронные приборы СВЧ и квантовые приборы

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Квантовая и полупроводниковая электроника** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

В учебном процессе для освоения дисциплины могут использоваться различные информационные технологии:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC».
2. Программы для демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».
3. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome».
4. Офисный пакет приложений «LibreOffice»

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

В учебном процессе для освоения дисциплины могут использоваться компьютерное и мультимедийное оборудование: лекции готовятся в формате презентаций (MS Power Point), где отражаются ключевые содержательные моменты материалов курса. Аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, оснащенная презентационной техникой:

- 1) персональный компьютер или ноутбук с соответствующим программным обеспечением;
- 2) мультимедийное оборудование (проектор, экран);
- 3) маркерная доска и маркеры (или меловая доска и мел)

Аудитория для лабораторных занятий.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории твердотельной электроники. Учебные места лаборатории:

1. Исследование статических характеристик полупроводниковых диодов
2. Изучение барьерной емкости р-п-перехода
3. Изучение переходных процессов в полупроводниковых диодах
4. Изучение статических характеристик биполярных транзисторов
5. Изучение статических характеристик полевых транзисторов
6. Изучение статических характеристик тиристорov
7. Изучение фотоэлектронных приборов
8. Исследование оптоэлектронных приборов
9. Изучение статических характеристик терморезисторов

Техническое оснащение лаборатории твердотельной электроники представлено в паспорте лаборатории

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Квантовая и полупроводниковая электроника**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.15

Способен анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники, применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.15.1 Анализирует физические явления и процессы, идентифицирует и формулирует проблемы в профессиональной области</p>	<p>знать основы зонной теории твердого тел, фундаментальные физические процессы, определяющие принципы работы полупроводниковых и квантовых полупроводниковых электронных приборов; основные параметры и характеристики полупроводниковых диодов, транзисторов, интегральных микросхем, оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов и терморезисторов; уметь анализировать физические явления и процессы, идентифицировать и формулировать проблемы в профессиональной области; математически описать физические процессы, лежащие в основе действия полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов, и на основе полученных соотношений корректно рассчитать их параметры; владеть навыками работы с современными радиоизмерительными приборами и основными элементами полупроводниковой и квантовой полупроводниковой</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основы зонной теории твердого тел, фундаментальные физические процессы, определяющие принципы работы полупроводниковых и квантовых полупроводниковых электронных приборов, основные параметры и характеристики полупроводниковых диодов, транзисторов, интегральных микросхем, оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов и терморезисторов; Не умеет анализировать физические явления и процессы, идентифицировать и формулировать проблемы в профессиональной области; математически описать физические процессы, лежащие в основе действия полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов, и на основе полученных соотношений корректно рассчитать их параметры; Не владеет навыками работы с современными радиоизмерительными приборами и основными элементами полупроводниковой и квантовой полупроводниковой электроники, методами измерения статических и динамических параметров полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Знает неуверенно основы теории твердых тел, имеет общие, но не структурированные знания фундаментальных физических процессов, определяющих принципы работы полупроводниковых и квантовых</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>электроники, методами измерения статических и динамических параметров полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов.</p>	<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>полупроводниковых электронных приборов, основные параметры и характеристики полупроводниковых диодов, транзисторов, интегральных микросхем, оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов и терморезисторов; Демонстрирует частично сформированное умение анализировать физические явления и процессы, идентифицировать и формулировать проблемы в профессиональной области; математически описать физические процессы, лежащие в основе действия полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов, и на основе полученных соотношений корректно рассчитать их параметры; Владеет неуверенно и фрагментарно навыками работы с современными радиоизмерительными приборами и основными элементами полупроводниковой и квантовой полупроводниковой электроники, методами измерения статических и динамических параметров полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Знает уверенно основы теории твердых тел, имеет структурированные знания фундаментальных физических процессов, определяющих принципы работы полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов, основных параметров и характеристик полупроводниковых диодов, транзисторов, интегральных микросхем, оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов и терморезисторов. Способен самостоятельно применять знания для формулировки и решения проблем в учебных целях, однако затрудняется делать это при решении профессиональных задач; Умеет уверенно анализировать физические явления и процессы, идентифицировать и</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>формулировать проблемы в учебных целях, однако затрудняется использовать их в профессиональной области; Владеет уверенно навыками работы с современными радиоизмерительными приборами и основными элементами полупроводниковой и квантовой полупроводниковой электроники, методами измерения статических и динамических параметров полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя, однако не может правильно определить погрешности проведения измерений.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает уверенно основы теории твердых тел, имеет структурированные знания фундаментальных физических процессов, определяющих принципы работы полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов, основных параметров и характеристик полупроводниковых диодов, транзисторов, интегральных микросхем, оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов и терморезисторов. Способен самостоятельно применять знания для формулировки и решения проблем в учебных целях и для решения профессиональных задач; Умеет уверенно анализировать физические явления и процессы, идентифицировать и формулировать проблемы в учебных целях, и в профессиональной области; Владеет уверенно навыками работы с современными радиоизмерительными приборами и основными элементами полупроводниковой и квантовой полупроводниковой электроники, методами измерения статических и динамических параметров полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов, Может провести измерения самостоятельно или в составе малой группы в качестве</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center">Отлично</p> <p>руководителя, может аргументированно объяснить полученные результаты и указать погрешности измерений.</p>
<p>ОПК.15.2 Применяет знания физических основ современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения профессиональных задач</p>	<p>знать фундаментальные физические процессы, определяющие принципы работы полупроводниковых и квантовых полупроводниковых электронных приборов; уметь применять знания физических основ квантовой и полупроводниковой электроники лежащей в основе современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения учебных и профессиональных задач; владеть навыками работы с современными радиоизмерительными приборами и основными элементами полупроводниковой и квантовой полупроводниковой электроники.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает фундаментальные физические процессы, определяющие принципы работы полупроводниковых и квантовых полупроводниковых электронных приборов; Не умеет применять знания физических основ квантовой и полупроводниковой электроники лежащей в основе современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения учебных и профессиональных задач; Не владеет навыками работы с современными радиоизмерительными приборами и основными элементами полупроводниковой и квантовой полупроводниковой электроники.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Знает неуверенно основы зонной теории твердых тел, имеет общие, но не структурированные знания фундаментальных физических процессов, определяющих принципы работы полупроводниковых и квантовых полупроводниковых электронных приборов; Демонстрирует частично сформированное умение применять знания физических основ квантовой и полупроводниковой электроники лежащей в основе современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения учебных и профессиональных задач; Владеет неуверенно и фрагментарно навыками работы с современными радиоизмерительными приборами и основными элементами полупроводниковой и квантовой полупроводниковой электроники.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Знает уверенно основы зонной теории твердых тел, фундаментальные физические процессы, определяющие принципы работы</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>полупроводниковых и квантовых полупроводниковых электронных приборов, однако имеются отдельные пробелы в области знаний основных методов изготовления полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов; Умеет уверенно применять знания физических основ квантовой и полупроводниковой электроники лежащей в основе современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения учебных и профессиональных задач;</p> <p>Владеет уверенно навыками работы с современными радиоизмерительными приборами и основными элементами полупроводниковой и квантовой полупроводниковой электроники, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя, однако не может правильно определить погрешности проведения измерений.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает уверенно основы зонной теории твердых тел, фундаментальные физические процессы, определяющие принципы работы полупроводниковых и квантовых полупроводниковых электронных приборов; Умеет уверенно применять знания физических основ квантовой и полупроводниковой электроники лежащей в основе современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения учебных и профессиональных задач, может провести измерения самостоятельно или в составе малой группы в качестве руководителя, может аргументированно объяснить полученные результаты и указать погрешности измерений.</p>

ПК.6

Способен проводить контроль защищенности информации от утечки по техническим каналам

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.6.1 Проводит специальные исследования на утечку информации по техническим каналам	Знает основные методики проведения исследований радиочастотных и оптоволоконных линий связи; умеет использовать современное оборудование для исследования радиочастотных и оптоволоконных линий связи; владеет навыками применения современных радиоизмерительных приборов для измерения основных характеристик каналов связи.	<p>Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные методики проведения исследований радиочастотных и оптоволоконных линий связи; Не умеет использовать современное оборудование для исследования радиочастотных и оптоволоконных линий связи; Не владеет навыками применения современных радиоизмерительных приборов для измерения основных характеристик каналов связи.</p> <p>Удовлетворительн</p> <p>Знает неуверенно основные методики проведения исследований радиочастотных и оптоволоконных линий связи; демонстрирует частично сформированное умение использовать современное оборудование радиочастотных и оптоволоконных линий связи под руководством опытного инженера; владеет неуверенно навыками применения современных радиоизмерительных приборов для измерения основных характеристик каналов связи.</p> <p>Хорошо</p> <p>Знает уверенно основные методики проведения исследований радиочастотных и оптоволоконных линий связи; Умеет использовать современное оборудование для исследования радиочастотных и оптоволоконных линий связи под руководством опытного инженера; Владеет навыками применения современных радиоизмерительных приборов для измерения основных характеристик каналов связи в составе малой группы в качестве исполнителя.</p> <p>Отлично</p> <p>Знает уверенно основные методики проведения исследований радиочастотных и оптоволоконных линий связи;</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Умеет самостоятельно использовать современное оборудование для исследования радиочастотных и оптоволоконных линий связи;</p> <p>Владеет навыками применения современных радиоизмерительных приборов для измерения основных характеристик каналов связи самостоятельно или в составе малой группы в качестве руководителя.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Полупроводниковые диоды Входное тестирование	Основные единицы измерения в системе СИ, основы высшей математики, основы радиоэлектроники, основы физики твёрдого тела.
ОПК.15.1 Анализирует физические явления и процессы, идентифицирует и формулирует проблемы в профессиональной области	Биполярные транзисторы Защищаемое контрольное мероприятие	знание основ теории работы биполярных транзисторов; умение обрабатывать первичные результаты эксперимента; навыки исследования основных характеристик биполярных транзисторов.
ОПК.15.2 Применяет знания физических основ современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения профессиональных задач ОПК.15.1 Анализирует физические явления и процессы, идентифицирует и формулирует проблемы в профессиональной области	Полевые транзисторы Защищаемое контрольное мероприятие	знание основ теории работы полевых транзисторов; умение обрабатывать первичные результаты эксперимента; навыки исследования основных характеристик полевых транзисторов.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.6.1 Проводит специальные исследования на утечку информации по техническим каналам</p> <p>ОПК.15.1 Анализирует физические явления и процессы, идентифицирует и формулирует проблемы в профессиональной области</p>	<p>Терморезисторы</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>знание основ теории работы терморезисторов; умение обрабатывать первичные результаты эксперимента; навыки исследования основных характеристик терморезисторов.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.6.1 Проводит специальные исследования на утечку информации по техническим каналам</p> <p>ОПК.15.1 Анализирует физические явления и процессы, идентифицирует и формулирует проблемы в профессиональной области</p> <p>ОПК.15.2 Применяет знания физических основ современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения профессиональных задач</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>основы зонной теории твердого тела; знание: фундаментальных физические процессов, определяющих принципы работы полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов; основные параметры и характеристики полупроводниковых диодов, транзисторов, интегральных микросхем, оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов и терморезисторов; устройство и основные методы изготовления полупроводниковых приборов и интегральных микросхем; условия обеспечения необходимых режимов работы и полного использования возможностей приборов; типовые схемотехнические решения, реализующие аналоговые и цифровые функции; тенденции и перспективы развития полупроводниковой и квантовых полупроводниковой электроники; умение: математически описать физические процессы, лежащие в основе действия полупроводниковых и квантовых полупроводниковых приборов, и на основе полученных соотношений корректно рассчитать их параметры; понимание принципов построения и функционирования схем экспериментальных установок на основе знаний физических процессов в полупроводниковых приборах, их параметров и характеристик; умение применять знания принципа действия, параметров и характеристик полупроводниковых приборов при выборе и использовании измерительной аппаратуры для сбора электрических схем экспериментальных установок и проведения экспериментов по заданной методике; правильно использовать терминологию в области электроники;</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		получать знания из различных источников: лекций, учебников, научно-технической литературы, справочников и Интернет-ресурсов; владение: навыками работы с современными радиоизмерительными приборами и основными элементами полупроводниковой и квантовой полупроводниковой электроники; методами измерения статических и динамических параметров полупроводниковых приборов.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Полупроводниковые диоды

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Биполярные транзисторы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Ответы на контрольные вопросы лабораторной работы "Изучение статических характеристик биполярных транзисторов". 1 балл за каждый правильный ответ, в сумме не более 8 баллов.	8
Выполнение заданий лабораторной работы "Изучение статических характеристик биполярных транзисторов" 1 балл за каждые полные 20% выполненных заданий, в сумме не более 5 баллов.	5
Обработка результатов измерений лабораторной работы "Изучение статических характеристик биполярных транзисторов" 1 балл за каждые полные 20% обработанных результатов, в сумме не более 5 баллов.	5
Оформление отчёта по лабораторной работе: 1 балл если есть замечания и 2 балла если замечаний нет.	2

Полевые транзисторы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Ответы на контрольные вопросы лабораторной работы "Изучение статических характеристик полевых транзисторов". 1 балл за каждый правильный ответ, в сумме не более 8 баллов.	8
Выполнение заданий лабораторной работы "Изучение статических характеристик полевых транзисторов" 1 балл за каждые полные 20% выполненных заданий, в сумме не более 5 баллов.	5
Обработка результатов измерений лабораторной работы "Изучение статических характеристик полевых транзисторов" 1 балл за каждые полные 20% обработанных результатов, в сумме не более 5 баллов.	5
Оформление отчёта по лабораторной работе: 1 балл если есть замечания и 2 балла если замечаний нет.	2

Терморезисторы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Ответы на контрольные вопросы лабораторной работы "Изучение статических характеристик терморезисторов". 1 балл за каждый правильный ответ, в сумме не более 8 баллов.	8
Выполнение заданий лабораторной работы "Изучение статических характеристик терморезисторов" 1 балл за каждые полные 20% выполненных заданий, в сумме не более 5 баллов.	5
Обработка результатов измерений лабораторной работы "Изучение статических характеристик терморезисторов" 1 балл за каждые полные 20% обработанных результатов, в сумме не более 5 баллов.	5
Оформление отчёта по лабораторной работе: 1 балл если есть замечания и 2 балла если замечаний нет.	2

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Контроль лабораторного журнала и самостоятельной работы студента. За выполнение лабораторных работ сверх контролируемых контрольными точками 2, 3 и 4: 1 балл за каждую дополнительно выполненную работу, 1 балл за обработку результатов, 1 балл за оформление отчета и 1 балл за ответы на контрольные вопросы, в сумму не более 20 баллов	20
Ответы на вопросы блиц-опроса или вопрос собеседования с преподавателем, или вопросы	

тестирования: 1 балл за каждый правильный ответ, в сумме не более 10 баллов.	10
Контроль конспектов лекций: 1 балл за каждые полные 10% законспектированных лекций, в сумме не более 10 баллов.	10