

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический институт

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «7» июня 2018 г. № 6

Согласовано:
Председатель УМК факультета /института

Зав. кафедрой



/Р.З. Бахтизин



_/М.Х. Балапанов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ ЭЛЕКТРОНИКА)

Дисциплина Физическая электроника

(наименование дисциплины)

Вариативная часть

(Б1.В.1.02.02)

программа бакалавриата¹

Направление подготовки (специальность)

03.03.03 Радиоп физика, квалификация (степень) бакалавр

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Профиль) подготовки


Цифровые технологии обработки информации

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Бакалавр радиоп физики

(указывается квалификация)²

<p>Разработчик (составитель) <u>Доктор физ.-мат. наук, профессор</u> (должность, ученая степень, ученое звание)</p>	 <u>/_ Бахтизин Р.З</u> (подпись, Фамилия И.О.)
---	---

Уфа 2018 г.

¹Программа бакалавриата, программа специалитета, программа магистратуры.

²Бакалавр, специалист, магистр.

Составитель / составители:



Доктор физ.-мат. наук, профессор /Бахтизин Р.З./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры физической электроники и наноэлектроники, протокол № 6 от «07» июня 2018 г.

Заведующий кафедрой



/ Р.З. Бахтизин_Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой

_____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой

_____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой

_____ / _____ Ф.И.О/

Список документов и материалов (оглавление)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (<i>с ориентацией на карты компетенций</i>)	4
2. Цель дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6-7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	7
4.3. Вопросы и задания по самостоятельной работе студентов	8
4.4. Содержание рабочей программы (Приложение №1)	9-10
4.5. Критерии оценки знаний, умений и навыков студентов	11-12
4.6. Список лабораторных работ (для обсуждения на семинарах)	12
4.5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины. Списки основной и дополнительной литературы. Электронные ссылки для поиска основной и дополнительной литературы. Профессиональные базы данных.	12
5. Экзаменационные билеты	13
6. Методические рекомендации студентам	13
7. Рейтинг-план дисциплины (Приложение №2)	14
8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

ПК-1 Компетенции, необходимые для освоения дисциплины (основной этап формирования данной компетенции).

ПК-2 способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

Табл. 1

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать условия возникновения эмиссии с поверхности твердых тел, основные виды эмиссии и их законы;	ПК-1	
	2. Знать особенности движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях, методы и возможности фокусировки и управления потоком частиц;	ПК-1	Кроме физической электроники, эти вопросы входят в компетенцию полупроводниковой электроники (ПК-1)
	3. Знать устройство и особенности электронных приборов, предназначенных для отображения и преобразования изображений, а также для усиления, генерирования и преобразования сигналов;	ПК-1	Кроме физической электроники, эти вопросы входят в компетенцию полупроводниковой электроники (ПК-1)
Умения	1. Использовать знания, полученные при изучении курса физическая электроника, для последующего изучения курсов физики конденсированного состояния, наноэлектроники и нанофизики	ПК-2	
	2. Рассчитывать основные параметры вакуумных электронных приборов;	ПК-1	
	3. Использовать правильную терминологию, определения и обозначения единиц измерения величин для описания характеристик материалов вакуумной электроники и областей их применения.	ПК-1	Кроме физической электроники, эти вопросы входят в компетенцию полупроводниковой электроники (ПК-1)
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть экспериментальными навыками изучения эмиссионных свойств материалов, в том числе методами электронной и фотоэлектронной спектроскопии, а также вторично-ионной масс-спектроскопии	ПК-2	Кроме физической электроники, эти вопросы входят в компетенцию полупроводниковой электроники (ПК-1)
	2. Владеть методиками решения задач по определению эмиссионных характеристик тонких пленок металлов и полупроводников	ПК-1	

2. Цель дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физическая электроника» является базовой и входит в раздел Б1.В.1.02.02 (модуль электроника, профессиональный цикл) ФГОС по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика».

Знания, полученные в результате освоения курса «Физическая электроника» позволяют создавать электронные приборы и вырабатывать методы исследования новых материалов, необходимых для разработки новых электронных приборов и устройств. Поэтому изучение дисциплины является одним из необходимых элементов подготовки специалистов по данному направлению. Цель курса «Физическая электроника»-теоретическая и практическая подготовка студентов, которая должна обеспечивать понимание работы современных электронных приборов, методов измерения физических величин, принципов построения, работы и путей совершенствования современных **цифровых** систем измерений.

Дисциплина «Физическая электроника» одна из основных дисциплин профиля, т.к. без знания физико-химических характеристик материалов и протекающих в них физических процессов невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке изделий электронной техники и к организации технологических процессов. По предмету и методам своих исследований данный курс тесно связан с физикой конденсированного состояния и физическими основами электроники, и способствует формированию у будущих специалистов принципов физического и инженерного подхода к оценке возможностей использования материалов в конкретных элементах и устройствах электронной техники. Задачи курса - закрепление знаний и положений курсов «Основы радиоэлектроники», «Теория электрических цепей», «Квантовой механики», «ФКС» и формирование умений применять эти знания на практике для разработки новых измерительных приборов, методов диагностики поверхности твердых тел, а также обеспечение понимания студентами связи между теоретическими моделями и особенностями их практической реализации.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся)

3.1. СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ (Приложение №1)

дисциплины ___«Физическая электроника»___ на ___5___ семестр
(наименование дисциплины)

_____ очная _____

форма обучения

Виды учебной работы	Общий объем , час.
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Контактная работа	37.2
Лекции	18
Лабораторные занятия	0
Семинарские занятия	18
Самостоятельная работа студентов	9
ФКР	1.2
Контроль (экзамен)	25.8

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ПК-1 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 “Неудовлетворительно”	3 “Удовлетворительно”	4 “Хорошо”	5 “Отлично”
Первый этап (начальный уровень)	Знать основы квантовой теории, уравнения движения микрочастиц, квантовые статистические распределения; границы применимости классических и квантовых моделей физических явлений; основные экспериментальные факты: термоэмиссию, фотоэффект, полевою электронную и ионную эмиссию, закономерности вторичной электронной эмиссии, дифракцию медленных электронов, поверхностную ионизацию; значение эмиссионной электроники для развития методов диагност. поверхн. твердого тела	0-44 баллов	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов
Второй этап (базовый уровень)	1. Уметь решать задачи по основным темам физ. электроники	0-44 баллов	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов
	2. Уметь выводить основные уравнения эмиссионной электроники (Ричардсона-Дэшмана, Фаулера, Фаулера-Нордгейма, Саха-Ленгмюра,...				
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть навыками использования основных уравнений эмиссионной электроники для описания результатов эксперимент.	0-44 баллов	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов

ПК-2 - способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 “Неудовлетвор.”	3 “Удовлетворительно”	4 “Хорошо”	5 “Отлично”
Первый этап (начальный уровень)	Знать основы квантовой теории уравнения движения микрочастиц, квантовые статистические распределения; гра-	0-44 баллов	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов

	ности применимости классических и квантовых моделей физических явлений; основные экспериментальные факты: термоэмиссию, фотоэффект, полевую электронную и ионную эмиссию, закономерности вторичной электронной эмиссии, дифракцию медленных электронов, поверхностную ионизацию; значение эмиссионной электроники для развития методов диагностики поверхности.				
Второй этап (базовый уровень)	Уметь решать задачи по основным разделам физической электроники,...	0-44 баллов	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть навыками использования основных уравнений эмиссионной электроники для описания экспериментов	0-44 баллов	45-59 баллов	60-79 баллов	80-100 баллов

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенции	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основы квантовой теории, уравнения движения микрочастиц, квантовые статистические распределения; границы применимости классических и квантовых моделей физических явлений; основные экспериментальные факты: термоэмиссию, фотоэффект, полевую электронную и ионную эмиссию, закономерности вторичной электр. эмиссии, дифракцию медленных электронов, поверхностную ионизацию; значение эмиссионной электроники для развития методов диагностики поверхн. твердого тела	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа
2-й этап Умения	Уметь решать задачи по основным разделам физической электроники.	ПК-1, ПК-2.	Контрольная работа, Тест
3-й этап Навыки	Владеть навыками использования основных уравнений эмиссионной электроники для описания результатов экспериментов	ПК-1, ПК-2.	Контрольная работа, тест

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Список лабораторных работ (для обсуждения на семинарах)

1. Исследование характеристик вакуумных диодов
2. Исследование статических характеристик вакуумных триодов
3. Изучение характеристик и параметров электронного Оже-спектрометра.
4. Изучение характеристик и параметров квадрупольного масс-спектрометра.
5. Изучение электронного микроскопа-проектора Мюллера.
6. Изучение характеристик и параметров полевого электронного спектрометра.

Вопросы и задания по самостоятельной работе студентов

Тема № 1

- Изучением каких основных вопросов занимается физическая электроника?
- Какие проблемы стоят перед современной физической электроникой?
- Физическая природа работы выхода?
- Как влияет адсорбция чужеродных атомов на работу выхода?
- Что такое поле пятен?

Тема № 2

- В чем состоит суть термодинамического вывода основного уравнения термоэлектронной эмиссии?
- Как влияет внешнее электрическое поле на термоэлектронную эмиссию?
- Что такое радиус экранирования Дебая-Хюккеля?
- Основные характеристики оксидного катода.
- Как устроены термоэлектронные преобразователи тепловой энергии в электрическую?

Тема № 3

- Назовите основные законы фотоэффекта?
- Фотонная теория фотоэффекта Эйнштейна.
- Теория фотоэмиссии Фаулера.
- Модель фотоэмиссии Кейна.
- Теория фотоэмиссии Спайсера.

Тема № 4

- Вывод уравнения Фаулера-Нордгейма.
- Полевой электронный микроскоп-проектор Мюллера.
- Полевая электронная спектроскопия.
- Полевая ионизация. Теория Гомера-Ингрема. Полевой ионный микроскоп.
- Атомный зонд и его применение для решения задач материаловедения.

Тема № 5

- Приведите примеры использования дифракции медленных электронов для изучения структуры поверхности твердых тел.
- Спектроскопия характеристических потерь энергии и ее применение.
- Оже-электронная спектроскопия.
- Электронные умножители и их характеристики. Микроканальные пластины и электронно-оптические преобразователи.

Тема № 6

- На каком базовом предположении основано получение уравнения Саха-Ленгмюра?
- В чем заключается различие между положительной и отрицательной поверхностной ионизацией?
- Применение поверхностной ионизации для исследования поверхности твердых тел.

Требования к студентам по освоению программы обучения

Приступая к изучению предмета, следует ознакомиться с учебной программой курса «Физическая электроника».

- Каждый раздел и подраздел курса «Физическая электроника» должен быть кратко законспектирован.
- После проработки каждого раздела курса «Физическая электроника» по конспектам лекций и по рекомендованным учебным пособиям необходимо ответить на контрольные вопросы, помещенные в конце каждой темы.
- Преподаватель проводит в конце каждого семестра собеседование со студентами по конспектам лекций и других записей.
- Отчеты по лабораторным работам оформляются на компьютере индивидуально каждым студентом. Все графические и численные результаты формируются в виде цифровых копий экрана. Полученные на лабораторных занятиях результаты переписываются на индивидуальные съемные носители информации.
- По каждому заданию лабораторной работы в отчете должны быть сформулированы аргументированные выводы. Не допускается ограничиваться выводами не по существу. Например, не следует использовать фразы со словами «Выполнили ...», «Изучили ...», «Освоили ...», «Узнали ...» и т.п.
- Отчет по каждой лабораторной работе публично защищается студентом. Во время защиты студент должен продемонстрировать понимание всех методических подходов, связанных с выполнением данной лабораторной работы. Полученные численные и графические результаты должны быть кратко описаны в тексте отчета и в выводах.
- При защите каждой лабораторной работы студент должен показать следующее:
 - Степень усвоения теоретического материала;
 - Практические навыки выполнения компьютерных расчетов по изученным теоретическим зависимостям;
 - Умение расчетов погрешностей измерений, связанные с цифровой обработкой измерительной информации и особенностями выбранных систем управления;
 - Объем и полноту изучения рекомендованных литературных источников.

Критерии оценки знаний, умений и навыков студентов

Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков по дисциплине является экзамен. Экзамен проводится по билетам, которые включают два теоретических вопроса и одну задачу.

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного

контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на экзамене.

За работу в семестре студент получает до 70 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за результаты участия в олимпиаде студентов по общей физике. Для допуска к экзамену студент должен набрать в семестре не менее **35 баллов**.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на экзамене, составляет **30 баллов**.

Перевод оценки из **100-балльной** в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от **80** до **110** баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от **60** до **79** баллов;
- удовлетворительно – от **45** до **59** баллов;
- неудовлетворительно – менее **45** баллов.

Критерии оценивания ответа на экзамене:

Максимальная оценка – **30 баллов** складывается из оценки за ответ на теоретические воп-росы билета (два вопроса оцениваются максимально по 9 баллов каждый), из оценки за решение задачи (6 баллов) и оценок за ответы на дополнительные вопросы (два вопроса, оцениваемых каждый в 3 балла максимально).

За ответы на вопросы билета выставляется - **15-18 баллов**, если студент дал полные, раз-вернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последователь-но и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы. Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя.

- **10-14 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл без серьезных ошибок оба теоретических вопроса, однако показал пробелы в знаниях 20-25 % объема билета. Не на все уточняющие вопросы были даны корректные ответы.

- **5-9** баллов выставляется студенту, если даны ответы на оба теоретических вопроса в объеме 35-50 % от полного ответа. Студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, законов и формул, описании основных экспериментов. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету.

- **1-4 балла** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий, законов и экспериментов, или полностью отсутствует ответ на один вопрос и допущены серьезные ошибки и пробелы при ответе на второй вопрос. На уточняющие вопросы по билету не получены ответы или ответы на них в корне ошибочны.

За решение задачи на экзамене выставляется:

- **6 баллов** , если задача решена полностью и без замечаний;
- **5 баллов**, если задача решена полностью, но есть небольшие недочеты или незначительная ошибка в численных расчетах или преобразованиях;
- **4 балла**, если все исходные положения теории и логические выводы записаны верно, но преобразования не закончены или в преобразованиях допущена ошибка;
- **3 балла**, если в исходных уравнениях или в идее решения допущена серьезная ошибка, что привело к неверному результату или отсутствует одно из

необходимых исходных уравнений, однако выполнены преобразования, направленные на получение ответа;

- **2 балла**, если отсутствует два исходных уравнения из трех или четырех необходимых, или допущена грубая ошибка, свидетельствующая о непонимании условия задачи, однако присутствуют верные логические рассуждения, идея решения, частично правильные действия, направленные на получение ответа;

- **1 балл**, если есть правильно записанное одно или два исходных положения теории или идея решения, но не сделано никаких действий для получения ответа;

- **0 баллов** – решение отсутствует или полностью ошибочно.

За ответ на дополнительный вопрос на экзамене выставляется:

- **3 балла**, если студент дал исчерпывающе полный и правильный ответ;

- **2 балла**, если ответ верен, но дан не в полном объеме учебной программы, или содержит незначительные ошибки;

- **1 балл**, если ответ на вопрос дан, но содержит серьезные ошибки или большие пробелы в изложении;

- **0 баллов**, если студент не ответил или ответил в корне неверно.

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Билет состоит из двух теоретических вопросов и задачи из прилагаемого списка

Образец экзаменационного билета:

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

Физико-технический институт
Кафедра физической электроники и нанofизики

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

по дисциплине Физическая электроника

Направление 03.03.03 «РАДИОФИЗИКА»

Профиль «Цифровые технологии обработки информации»

1. Теория фотоэлектронной эмиссии Фаулера.
2. Явление вторичной электронной эмиссии (ВЭЭ). Коэффициент ВЭЭ.
3. Задача

Утверждаю» _____

Зав. кафедрой ФЭиНФ, профессор Р.З.. Бахтизин

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы

Литература основная

- [1]. Г.Г. Владимиров.- Физическая электроника. Эмиссия и взаимодействие частиц с твердым телом : учебное пособие – СПб.: Лань, 2013 . – 368 с. – (Учебники для вузов).
- [2]. Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е. Титов - Физические основы электроники: Учебное пособие. СПб: Лань, 2013. 560 с.

Дополнительная литература

- [3]. А.Д. Сушков. - Вакуумная электроника: Физико-технические основы.- СПб: Лань, 2004-464 с.
- [4]. Д.И. Проскуровский.- Эмиссионная электроника.- Томск: Томский госуниверситет, 2010.
- [5]. М.К. Миллер и Г. Смит.- Зондовый анализ в автоионной микроскопии.- М: Мир, 1993.

5.2. Электронные ссылки для поиска основной и дополнительной литературы:

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

Профессиональные базы данных

1. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
2. Научная электронная библиотека elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp

Содержание рабочей программы

Приложение 1

	Тема и содержание	Форма изучения материала	Кол-во часов	Основная и дополн. литер-ра	Задания по самост. работе.	Кол-во часов	Форма контроля
1	Введение. Электроника и ее основные разделы. Эмиссионная электроника как раздел физической электроники, посвященный изучению явлений, связанных с образованием свободных электронов и ионов. История физ. электроники. Вклад отечественных физиков в развитие физ. электроники. Виды электронной и ионной эмиссии.	Лекции Самостоятельная работа	1 1	Л. 1 Л. 2 Л. 10	По списку заданий	1	
2	Тема 1. Работа выхода электронов с поверхности твердых тел. Связь работы выхода со структурой поверх. 1. Модель Зоммерфельда. Электрохимический потенциал. 2. Физическая природа работы выхода: силы двойного электрического слоя. Современная интерпретация природы работы выхода. 3. Влияние адсорбции чужеродных атомов на величину работы выхода. Работа выхода неоднор. поверхностей. Модель поля пятен.	Лекции Семинарские занятия Самостоятельная работа	3 2 1	Л. 1 - Л. 9 Л. 16	Индивидуальные задания	1	Текущие проверки конспектов изучения литературы.
3	Тема 2. Явление термоэлектронной эмиссии 1. Статистический вывод основного уравнения термоэлектронной эмиссии (ТЭЭ). Термоэлектронные постоянные. 2. ТЭЭ методы изучения твердых тел, параметры K и A_0 . Измерение работы выхода граней монокристаллов. 3. Влияние внешнего электрического поля на ТЭЭ металлов. Эффект Шоттки. Влияние внешнего электрического поля на ТЭЭ п/п; радиус экранирования Дебая-Хюккеля. 4. Влияние адсорбции чужеродных атомов на поверхности металлов на ТЭЭ; системы Th-W, Ba-W, Cs-W, Ba-O-W . 5. Термоэлектронные преобразователи тепловой энергии.	Лекции Семинар. занятия Самостоятельная работа	2 2 1	Л. 1 Л. 2 Л. 3 Л. 4 Л. 10	Индивидуальные задания	1	Текущие проверки конспектов изучения литературы. Коллоквиум
4	Тема 3. Фотоэлектронная эмиссия 1. Основные законы фотоэффекта. Фотонная теория Эйнштейна.	Лекции	4	Л. 1 Л. 2	Инд. зад.	1	Текущие проверки конспектов

	<p>2. Теория фотоэлектронной миссии (ФЭЭ) Фаулера.</p> <p>3. Определение K методом сферического конденсатора. Методы Фаулера, Дюбриджа по определению красной границы.</p> <p>4. Результаты экспериментов по исследованию ФЭЭ металлов. Селективный фотоэффект.</p> <p>7. Спектральные характеристики ФЭЭ, теория Спайсера. Фото-эмиттеры с отрицательным сродством к электрону.</p>	<p>Семинар. занятия</p> <p>Самостоятельная работа</p>	<p>4</p> <p>1</p>				изучения литературы, Коллоквиум
5	<p>Тема 4. Полевая электронная и ионная эмиссия</p> <p>1. Полевая электронная эмиссия металлов. Уравнение Фаулера-Нордгейма (Ф-Н). ВКБ-расчет прозрачности барьера.</p> <p>2. Экспериментальная проверка формулы Ф-Н. Полевой электронный микроскоп: иссл. поверхн. диффузии, адсорбции, десорбции.</p> <p>5. Распред. электр. по энергиям; полевая электр. спектроскопия.</p> <p>6. Особенности полевой электр. эмиссии п/п. Теория Стреттона.</p> <p>7. Явление полевой ионизации. Полевая десорбция и испарение полев. Полевой ионный микроскоп.</p> <p>8. Атомный зонд и его применение в материаловедении.</p>	<p>Лекции</p> <p>Семинарские занятия</p> <p>Самостоятельная работа</p>	<p>2</p> <p>4</p> <p>2</p>	<p>Л. 2</p> <p>Л. 5</p> <p>Л. 6</p>	По списку вопросов	1	Рубежный контроль
6	<p>Тема 5. Вторичная электронная эмиссия</p> <p>1. Явление вторичной электронной эмиссии (ВЭЭ). Коэффициент ВЭЭ. Экспериментальные методы изучения ВЭЭ.</p> <p>3. Особенности ВЭЭ с поверхности диэлектриков и полупроводн.</p> <p>4. Упругое отражение электронов. Дифракция медленных электронов и ее применение для изучения поверхности.</p> <p>5. Неупругое отражение электронов и характер. потери энергии.</p> <p>6. Оже-электронная спектроскопия и ее применение.</p>	<p>Лекции</p> <p>Семинар. занятия</p> <p>Самостоятельная работа</p>	<p>4</p> <p>4</p> <p>1</p>	<p>Л. 1</p> <p>Л. 2</p> <p>Л. 10</p>	Индивидуальные задания Индивидуальные задания	2	Текущие проверки конспектов изучения литературы.
7	<p>Тема 6. Явление поверхностной ионизации</p> <p>1. Виды поверхностной ионизации (ПИ). Положительная ПИ. Уравнение Саха-Ленгмюра. Влияние электрического поля на ПИ. Экспериментальные исследования ПИ.</p> <p>2. Применения ПИ. ПИ с образованием отрицательных ионов.</p>	<p>Лекции,</p> <p>Семинар. занятия</p> <p>Самостоятельная работа</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>1</p>	<p>Л.1.</p> <p>Главы 2,3.</p> <p>Л 1,2. Гл.1</p> <p>Л.10. Гл. 6</p>	По списку вопросов	1	Коллоквиум зачет

7. Рейтинг – план дисциплины
«Физическая электроника»

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление «Радиофизика», профиль «Цифровые технологии обработки информации»

курс 3, семестр 5

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1 «Виды электронной эмиссии с предварительным возбуждением»				
Текущий контроль				
Тест 1	4	5	0	20
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа №1	5	3	0	15
Всего по модулю 1			0	35
Модуль 2 «Виды электронной эмиссии без предварительного возбуждения»				
Текущий контроль				
3. Контрольная работа №2	5	4	0	20
Рубежный контроль				
1. Тест 2	3	5	0	15
Всего по модулю 2			0	35
Поощрительные баллы				
Участие в олимпиадах и конференциях по электронике			0	10
Итого поощрительных баллов			0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических занятий			0	-10
Итоговый контроль				
Экзамен	9 (вопрос билета)	2 вопроса	Макс. 18 б.	30
	3 (доп. вопрос)	2	Макс. 6 б.	
	6 (задача)	1	Макс. 6 б.	

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине, приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 313	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, микрофон, акустическая система, интерактивный экран, доска, программы: Windows, MS Power Point
Аудитория 314	Практические занятия	Аналитическое и вакуумное оборудование, оже-спектрометр
Читальный зал №2 (физматкорпус, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

Зав. кафедрой



/Бахтизин Р.З. /

Преподаватель



/ Бахтизин Р.З /