

Специальность: 12.05.01 «Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения»

РПД Б1.В.ДВ.02.01 «Основы твердотельной электроники»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
по учебно-методической работе
филиала ФГБОУ ВО
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске

В.В. Рожков

« 25 » 08 20 18 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Специальность: 12.05.01 «Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения»

Уровень высшего образования: специалитет

Нормативный срок обучения: 5,5 лет

Форма обучения: очная

Год набора: 2018

Смоленск

Специальность: 12.05.01 «Электронные и опико-электронные приборы и системы специального назначения»

РПД Б1.В.ДВ.02.01 «Основы твердотельной электроники»



Программа составлена с учетом ФГОС ВО по подготовке специалиста «Электронные и опико-электронные приборы и системы специального назначения», утвержденного приказом Минобрнауки России от 09.02.2018 г. № 93.

Программу составил:

д-р. техн. наук, профессор

подпись

Зиенко Станислав Иванович

ФИО

« 25 » июня 2018 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Опико-электронные системы»

« 29 » июня 2018 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой «Опико-электронные системы»:

подпись

Беляков Михаил Владимирович

ФИО

« 2 » июля 2018 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Ответственный в филиале по работе с ЛОВЗ и инвалидами

подпись

Зуева Елена Владимировна

ФИО

« 2 » июля 2018 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности по специальности 12.05.01 посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Основы твердотельной электроники» относится к дисциплинам по выбору части программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Источники и приёмники оптического излучения.

Знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной, необходимы для

Лазерная техника,

Эксплуатация систем специального назначения,

Основы преобразования оптической информации,

Фотоприёмные устройства,

Технологическая практика,

Сборка, юстировка и контроль ОЭП,

Системы цифровой обработки изображений,

Цифровые устройства ОЭС.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения |
|---|--|--|
| ПК-4 Способен разрабатывать технологические процессы и техническую документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль оптических, | ПК-4.1 Демонстрирует навыки разработки технологических процессов изготовления, сборки, юстировки и контроля оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей | Знает: основные технологические процессы и подготовки производства. Умеет: проводить доводку и освоение технических процессов Владеет: навыками работы по доводке и освоению технических процессов |

| | | |
|--|--|---|
| оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей | | : |
| | ПК-4.2 Применяет навыки разработки технической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей | : Знает: технические процессы производства оптических и оптоэлектронных приборов и систем. Умеет: анализировать процессы технологической подготовки производства Владеет: навыками разработки технологических процессов и технической документации |
| ПК-10 Способен организовать контроль параметров и испытания новой модели полупроводникового лазера | ПК-10.1 Демонстрирует знание оптических методов контроля параметров лазеров | Знает: основные методы измерения параметров готового оптического волокна. Умеет проводить оптические измерения. Владеет: основными методами оптических измерений готового волокна |
| | ПК-10.2 Определяет необходимые методики испытания новой модели полупроводникового лазера | : Знает: основные методы оптических измерений при контроле процесса изготовления волокна. Умеет: проводить оптические измерения в процессе изготовления волокна. Владеет: методами оптических измерений оптического волокна в процессе его изготовления |

Специальность: 12.05.01 «Электронные и опико-электронные приборы и системы
специального назначения»
РПД Б1.В.ДВ.02.01 «Основы твердотельной электроники»



4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура дисциплины:

| Индекс | Наименование | Семестр 6 | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|-----------|-----|---------------------|----------|-----|-----|----|-----|----|----------|-------|---|
| | | Контроль | | Академических часов | | | | | | | | з. е. | |
| | | | | Всего | Контакт. | Лек | Лаб | Пр | КРП | СР | Контроль | | |
| Б1.В.ДВ.02.01 | Основы твердотельной электроники | Экз | РГР | 216 | 46 | 12 | 12 | 22 | | | 134 | 36 | 6 |

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз - экзамен;

ЗаО - зачет с оценкой;

За – зачет;

Виды работ:

Контакт. – контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. – лекционные занятия;

Лаб.– лабораторные работы;

Пр. – практические занятия;

КРП – курсовая работа (курсовой проект);

РГР – расчетно-графическая работа (реферат);

СР – самостоятельная работа студентов;

з.е.– объем дисциплины в зачетных единицах.

Содержание дисциплины:

| № | Наименование видов занятий и тематик, содержание |
|---|---|
| 1 | лекционные занятия 6 шт. по 2 часа: 1.1. Введение. Зонная теория полупроводников. 1.2. Статистика электронов и дырок в полупроводниках 1.3. Механизмы переноса носителей заряда в полупроводнике 1.4. Фононы. Температура Дебая. 1.5. Световая генерация носителей заряда в полупроводника. 1.6. Оптические явления в полупроводниках. 1.7. Люминесценция. Заключение |
| 2 | лабораторные работы 3 шт. по 4 часа: 2.1. Лабораторная работа № 1. Знакомство с математическим пакетом Matlab . Визуализация экспериментальных данных. 2.2. Лабораторная работа № 2. Знакомство математическим пакетом Matlab . Построение графика функции заданной аналитически. 2.3 Лабораторная работа № 3. Математический анализ экспериментальных данных |
| 3 | практические занятия 11 шт. по 2 часа: 3.1. . Практическое занятие 1. Определение концентрации носителей заряда в собственном германии. 3.2. Расчет уровня Ферми 3.3. Закон Ома для полупроводников 3.4. Определение концентрации электронов и дырок в полупроводниках 3.5. Определить контактную разность потенциалов 3.6. Энергетическая диаграмма контакта 3.7. Прямые и не прямые оптические переходы 3.8. Неупорядоченные полупроводники 3.9 Экситоны. 3.10. Типы оптических переходов 3.11. Люминесценция |
| 4 | Расчётно-графическая работа: : Цифровая обработка спектра фотолюминесценции ограненного алмаза (бриллианта)» |
| 5 | Самостоятельная работа студентов: 5.1 Металлы, диэлектрики, полупроводники 5.2. Определение уровня Ферми 5.3. Зависимость уровня Ферми от температуры 5.4. . Процесс диффузии в полупроводниках 5.5. Лавинный и туннельный пробой 5.6. Поверхностные состояния. Высота барьера 5.7. Эксперимент Аллена и Гобели 5.8. Изучение токов моно полярной инжекции 5.9. Световая генерация в собственном полупроводнике. |

| | |
|--|--|
| | 5.10. Световая генерация в примесном полупроводнике 5.11. Изучение диэлектрической и омической релаксации в твердых телах. 5.12. Работа выхода в металлах, полупроводниках и диэлектриках. 5.13. Типы контактов. 5.14. Неупорядоченные и неоднородные структуры. 5.15. Получение тонких пленок. 5.16. Прямые и непрямые оптические переходы. 5.17. Основные свойства фотолюминесценции. |
|--|--|

Текущий контроль: опрос по темам лекционных и практических занятий, защита лабораторных работ, контроль выполнения расчётно-графической работы.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной деятельности по дисциплине

| № п/п | Виды учебных занятий | Образовательные технологии |
|-------|----------------------|--|
| 1 | Лекции | Классическая (традиционная, информационная) лекция Лекция, составленная на основе результатов научных исследований, в том числе с учётом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине |
| 2 | Практические занятия | Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений Технология проблемного обучения на основе анализа ситуаций и имитационных моделей: групповая дискуссия, метод «круглого стола», работа малыми группами, командная работа, анализ-презентация Технология развития критического мышления: учебно-мозговой штурм, интеллектуальная разминка, эссе, метод контрольных вопросов, прием «взаимоопрос», прием «перепутанные логические цепочки», прием «перекрёстная дискуссия» |
| 3 | Лабораторная работа | Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде) Технология обучения в сотрудничестве (командная, групповая работа) Допуск к лабораторной работе |

| | | |
|---|--|--|
| 4 | Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная) | Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине) |
| 5 | Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен) | Технология устного опроса Технология письменного контроля, в том числе тестирование |

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Вопросы текущего контроля

1. Токи двойной инжекции в диэлектриках.
2. Что понимают под прямыми и непрямым переходами ?
3. Чем определяется электропроводность полупроводников?
4. Что такое термогенерация электронно-дырочных пар?
5. Чем и с какой целью легируются полупроводники?
6. Как формируются разрешенные и запрещенные уровни в полупроводнике?
7. Изложите основные положения зонной теории полупроводников
8. Что такое уровень Ферми?
9. Как определяется коэффициент диффузии?
10. Как охарактеризовать процесс дрейфа носителей заряда в полупроводниках?
11. Как охарактеризовать процесс диффузии носителей заряда в полупроводниках?
12. Что такое встроенное электрическое поле?
13. Чем характеризуется подвижность носителей в полупроводниках?

14. Чем отличается электропроводность в металлах и диэлектриках
15. В чем отличие световой генерации носителей заряда в собственном и примесном полупроводниках?
16. Чем отличается лавинный пробой от туннельного пробоя?
17. Объясните эксперимент Алена и Гобели
18. От чего зависит поверхностный потенциал?
19. Дайте объяснение понятию инжектирующий и блокирующий контакты
20. Чем отличается плавный **p-n**-перехода от ступенчатого?
21. Опишите полный ток через **p-n**-переход
22. Определите понятие диффузионной емкости.
23. Определите понятие барьерной емкости.
24. Опишите механизм протекания тока монополярной инжекции в диэлектриках.
25. Опишите механизмы оптических переходов.
26. Опишите спектральную характеристику поглощения полупроводников.
27. Опишите механизм люминесценции в твердых телах.
28. Чем отличается упругая поляризация от ориентационной?
29. Дайте вывод уравнения Клаузиуса-Моссоти.
30. Опишите характер диэлектрических потерь.

Вопросы к промежуточной аттестации

1.1. Основы зонной теории твердых тел

Возникновение энергетических зон. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Собственные и примесные полупроводники.

1.2. Статистика электронов и дырок в полупроводниках

Распределение электронов по энергиям. Степень заполнения примесных уровней. Концентрация электронов и дырок в собственном и примесном полупроводнике.

1.3. Явление переноса носителей заряда в полупроводниках

Механизм электропроводности полупроводников. Температурная зависимость электропроводности. Электропроводность собственных и примесных полупроводников. Электропроводность в сильных электрических полях.

1.4. Неравновесные носители заряда в полупроводниках

Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводниках. Световая генерация носителей заряда в собственном и примесном полупроводниках. Виды рекомбинации носителей заряда

1.5. Электрические явления на границе кристалла

Работа выхода. Поверхностные состояния. Изгиб зон, поверхностный потенциал. Ширина барьера. Эффект поля.

1.6. Электрические контакты

Контактные потенциалы. Типы электрических контактов. Вольтамперная характеристика контакта металл-полупроводник. Способы получения электронно-дырочного перехода. Равновесное состояние р-п-перехода. Вольтамперная характеристика р-п-перехода. Емкостные свойства р-п-перехода. Механизмы электропроводности некристаллических и поликристаллических полупроводников.

1.7. Оптические явления в полупроводниках и диэлектриках

Отражение, поглощение и пропускание. Оптическое поглощение. Внутренний фотоэффект. Люминесценция полупроводников.

1.8. Физика диэлектриков

Упругая и ориентационная поляризация. Уравнение Клаузиуса-Моссотти. Диэлектрики в переменном электрическом поле. Электреты. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Техническое применение диэлектриков.

1.7. Оптические явления в полупроводниках и диэлектриках

Отражение, поглощение и пропускание. Оптическое поглощение. Внутренний фотоэффект. Люминесценция полупроводников.

1.8. Физика диэлектриков

Упругая и ориентационная поляризация. Уравнение Клаузиуса-Моссотти. Диэлектрики в переменном электрическом поле. Электреты. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Техническое применение диэлектриков.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – Экзамен

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

| Оценка по дисциплине | Критерии оценки результатов обучения по дисциплине |
|---|---|
| «отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено» | Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный». |
| «хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено» | Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый». |
| «удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено» | Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый». |
| «неудовлетворительно»/ не зачтено | Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформ |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной.

Для проведения занятий лабораторного типа используются специализированные лаборатории: лаборатория В-212 «Компьютерное моделирование ОЭП», расположенная по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр., д.1, Здание энергетического института (лабораторный корпус № 2).

Лаборатория оснащена 3 лабораторными стендами.

В основное оборудование лаборатории входят следующая аппаратура, необходимая для проведения лабораторных работ по дисциплине «Основы твердотельной электроники»:

В основное оборудование лаборатории входят следующая аппаратура, необходимая для проведения лабораторных работ по дисциплине «Основы твердотельной электроники»: Лаборатория оснащена четырьмя лабораторными стендами.

Лабораторная работа №1. Знакомство с математическим пакетом Matlab .Визуализация экспериментальных данных.

1. Как осуществляется ввод данных?

2. Постройте график по табличным данным.

3.Как осуществляется оформление атрибутов графика: подписи, легенда, оформление координатных осей, свойства координатной сетки и т.п.

4. Как осуществляется аппроксимация графической кривой?

5.Свойства координатной сетки.

Лабораторная работа № 2. Знакомство с математическим пакетом Matlab .Построение графика функции заданной аналитически.

• Построить график функции, заданной аналитически.

• Как задать цвет, фон?

• Назначение окна Text Control .

• Ввод греческих и латинских букв.

• Как можно изменить подписи к осям?

• Как изменить масштаб по оси X / Y ?

• Назначение меню Tools Layer/

• Выбор шага основной штриховки.

Лабораторная работа № 3.Математический анализ экспериментальных данных

1. Чем отличаются функции Гаусса и Лоренца?
2. Сущность разложения спектра на элементарные составляющие?
3. Происхождение пиков лазера и Рамана в спектре вторичного объемного излучения.
4. Сглаживание огибающей спектра
5. Нормировка спектра.
6. Назначение маркера.
7. Вычитание влияния фона и шума лазерного излучения .

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональным компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с

учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Литература.

а) основная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника. -М.: Высшая школа, 2012.- 317 с.
2. Спиридонов С.Л. Физические основы твердого тела. Уч. пос. Москва: Высшая школа. 2008 - 190 с

б) дополнительная литература.

- 1.Исакова О.П. , Тарасевич Ю. Ю. , Юзюк Ю.И. Обработка и визуализация данных физических экспериментов с помощью Origin. – М-; Книжный дом «Лабриком», 2009.-136 с.
- 2.Природные алмазы России: Научно- справочное издание / Под ред. В. Б. Кваскова. _М.: Полярон,1997,-304 с.

Список авторских методических разработок.

1.Основы твердотельной электроники. Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине “Основы твердотельной электроники”

Составитель С.И. Зиенко - Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске,2014.-32 с.

2.Зиенко С.И. Обработка спектров объемного вторичного излучения с применением программы Microsoft Origin. Методические указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Основы твердотельной электроники»[Текст]:методические указания / С.И. Зиенко.- Смоленск : РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2015.-68с.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Но- мер изме мене | Номера страниц | | | | Всего стра- ниц в доку- | Наименование и № документа, вводящего изменения | Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр | Дата внесения из- менения в данный эк- | Дата введения из- менения |
|----------------------------|----------------|----------|------------|----------------------|----------------------------------|--|--|---|---------------------------------|
| | изме мен- | заменен- | но- вых | анну нули лиро | | | | | |

Специальность: 12.05.01 «Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения»

РПД Б1.В.ДВ.02.01 «Основы твердотельной электроники»



| не- ния | ных | ных | | ро- ван- ных | менте | | | земляр | |
|------------|-----|-----|---|--------------------|-------|---|---|--------|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |