

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»
Профиль «Промышленная электроника»
РПД Б1.О.12 «Физические основы 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
Физические основы электроники**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**

Профиль: **«Промышленная электроника»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

Год набора: **2018**

Смоленск

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
Профиль «Промышленная электроника»
РПД Б1.О.12 «Физические основы электроники»



Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 927

Программу составил:

канд. техн. наук, доцент


подпись


Астахов С. П.
ФИО

«25» июня 2018 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»

«27» июня 2018 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:


подпись

Якименко Игорь Владимирович
ФИО

«02» 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

«02» июля 2018 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению бакалавриата 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» 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 Б1.О.12 «Физические основы электроники» относится к обязательной части программы.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.О.04 «Высшая математика»; Б1.О.11 «Материалы и компоненты электронной техники».

Перечень дисциплин, знания, умения и навыки, которых формируются параллельно с данной дисциплиной: Б1.О.16 «Математическое моделирование электронных цепей».

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной: Б1.О.10 «Методы анализа электрорадиоцепей»; Б1.О.15 «Теория автоматического управления»; Б1.О.18 «Цифровая обработка сигналов».

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
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1 Использует положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности	Знает: Как использовать положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности. Умеет: Использовать положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности Владеет: Методами использования положений, законов и методов естественных наук для решения задач инженерной деятельности
	ОПК-1.2 Использует положения, законы и методы математики для решения задач инженерной деятельности	Знает: Как применять положения, законы и методы математики для решения задач инженерной деятельности Умеет: Применять положения, законы и методы математики для решения задач инженерной деятельности Владеет: Методами применения положений, законов и методов математики для решения задач инженерной деятельности

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание										
1	Лекционные занятия: 14 шт. по 2 часа: 1.1 Основные понятия твердотельной электроники. Явления и процессы в полупроводниках. 1.2 Контактные явления в полупроводниковых структурах. 1.3 Основы и принципы работы полупроводниковых приборов с одним <i>p-n</i> переходом. 1.4 Принципы работы полупроводниковых приборов с двумя <i>p-n</i> переходами. 1.5 Основы и принципы работы полупроводниковых приборов с тремя <i>p-n</i> переходами. 1.6 Основы и принципы работы полевых транзисторов и МДП-транзисторов. 1.7 Основы и принципы работы элементов и приборов наноэлектроники. 1.8 Основные понятия квантовой и оптической электроники. 1.9 Явление фотоэффекта в полупроводниках. Основы и принципы работы полупроводниковых приемников оптического излучения. 1.10 Излучательная рекомбинация в полупроводниках. Основы и принципы работы полупроводниковых источников оптического излучения. 1.11 Основные понятия вакуумной и плазменной электроники. 1.11 Основы и принципы работы электронных ламп. 1.13 Основы и принципы работы электронно-лучевые приборы. 1.14 Электрический разряд в газе. Основы и принципы работы газоразрядных приборов.										
2	Лабораторные работы: 1 шт. по 2 часа, 6 шт. по 4 часа: 2.1 Изучение основ эксплуатации лабораторной базы и измерительных приборов. 2.2 Определение времени жизни неосновных носителей заряда. 2.3 Барьерная емкость <i>p-n</i> перехода. 2.4 Исследование параметров и характеристик полупроводниковых приборов с одним <i>p-n</i> переходом. 2.5 Исследование статических характеристик биполярных транзисторов. 2.6 Исследование статических характеристик полевых транзисторов. 2.7 Исследование явления термоэлектронной эмиссии и способов управления потоком электронов.										
3	Практические занятия: 8 шт. по 2 часа: 3.1 Электропроводимость полупроводников. 3.2 Контактные явления в полупроводниках. 3.3 Свойства полупроводниковых диодов. 3.4 Свойства биполярных транзисторов. 3.5 Свойства тиристоров. 3.6 Физические процессы в полевых транзисторах. 3.7 Расчет параметров схем включения излучающих диодов, фотодиодов и оптопар. 3.8 Приборы на основе внешнего фотоэффекта.										
4	Самостоятельная работа студентов: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 90%;">4.1 Изучение материалов лекций</td> <td style="text-align: right; width: 10%;">56</td> </tr> <tr> <td>4.2 Подготовка к лабораторным работам и их защите</td> <td style="text-align: right;">52</td> </tr> <tr> <td>4.2 Подготовка к практическим занятиям</td> <td style="text-align: right;">38</td> </tr> <tr> <td>Всего:</td> <td style="text-align: right;">146</td> </tr> <tr> <td>4.3 Подготовка к экзамену</td> <td style="text-align: right;">36</td> </tr> </table>	4.1 Изучение материалов лекций	56	4.2 Подготовка к лабораторным работам и их защите	52	4.2 Подготовка к практическим занятиям	38	Всего:	146	4.3 Подготовка к экзамену	36
4.1 Изучение материалов лекций	56										
4.2 Подготовка к лабораторным работам и их защите	52										
4.2 Подготовка к практическим занятиям	38										
Всего:	146										
4.3 Подготовка к экзамену	36										

Текущий контроль: Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на практических и лабораторных занятиях.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация).
2	Лабораторные работы	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Допуск к лабораторной работе.
3	Практические занятия	Технология обучения на основе выполнения тематических заданий.
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: экзамен)	Технология устного опроса.

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

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине — экзамен.

Перечень вопросов к экзамену:

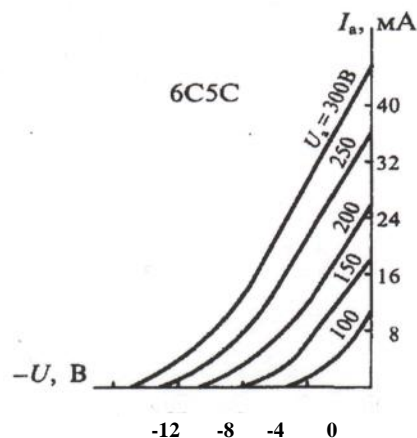
1. Виды эмиссий электронов из твердых тел.
2. Катоды и их параметры.
3. Движение электронов в вакууме в электрическом поле.
4. Движение электрона в вакууме в магнитном поле.
5. Классификация электровакуумных приборов.
6. Принцип устройства и основные свойства электронных ламп.
7. Устройство и основные параметры электровакуумных диодов.
8. Устройство и основные параметры электровакуумных триодов.
9. Устройство и основные параметры электровакуумных тетродов.
10. Устройство и основные параметры электровакуумных пентродов.
11. Динатронный эффект. Условия возникновения.
12. Динатронный эффект. Области использования.
13. Маркировка электронных ламп.
14. Способы обеспечения режима работы электронных ламп.
15. Внешний фотоэффект.
16. Красная граница фотоэффекта.
17. Фотоэлементы с внешним фотоэффектом.
18. Фотоэлектронные умножители с внешним фотоэффектом.
19. Общие сведения о электронно-лучевых приборах.
20. Устройства, обеспечивающие формирование потоков заряженных частиц
21. Электростатическая система фокусировки электронно-лучевых приборов.
22. Электромагнитная система фокусировки электронно-лучевых приборов.

23. Электростатическая система отклонения электронно-лучевых приборов.
24. Магнитная отклоняющая система электронно-лучевых приборов.
25. Устройство приемных электронно-лучевых приборов.
26. Особенности газовой среды как проводника электрического тока.
27. Ионизированный газ и плазма.
28. Электрические разряды в газе. Классификация
29. Тлеющий разряд, условия возникновения.
30. Дуговой разряд, условия возникновения.
31. Газоразрядные лампы.
32. Приборы тлеющего разряда
33. Приборы дугового разряда
34. Квазистатические и динамические способы управления электронным потоком.
35. Принцип работы приборов пролетного типа.
36. Группировка электронов по плотности в генераторах пролетного типа.
37. Группировка электронов, подвергшихся предварительной скоростной модуляции.
38. Пролетный клистрон, устройство, принцип работы.
39. Отражательный клистрон, устройство, принцип работы.
40. Скоростная модуляция и группировка электронов при их взаимодействии с бегущей волной.
41. Лампа бегущей волны, устройство, принцип работы.
42. Лампа обратной волны, устройство, принцип работы.
43. Движение электронов в перекрещивающихся электрическом и магнитном полях.
44. Устройство магнетрона. Особенности конструкций магнетронов.
45. Процессы, протекающие при самовозбуждении магнетрона,
46. Условия самовозбуждения магнетрона.
47. Полупроводники. Зонная теория полупроводников.
48. Электропроводимость полупроводников. Собственная и примесная проводимости.
49. Вырожденные, невырожденные и компенсированные полупроводники.
50. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Процессы переноса зарядов в полупроводниках.
51. Связь между основными и неосновными носителями заряда. Закон действующих масс.
52. Однородные и неоднородные полупроводники. Встроенное электрическое поле.
53. Поверхностные явления в полупроводниках. Диэлектрическая релаксация.
54. Электронно-дырочный переход в равновесном и неравновесном состоянии.
55. Пробой электронно-дырочного перехода. Его динамические параметры.
56. Контакты металл-полупроводник.
57. МДП – структуры. Гетеропереходы.
58. Полупроводниковые диоды. Выпрямительные диоды и импульсные диоды.
59. Полупроводниковые диоды. Диоды Шоттки.
60. Полупроводниковые диоды. Стабилитроны и стабилитроны
61. Полупроводниковые диоды. Варикапы.
62. Полупроводниковые диоды. Туннельные и обращенные диоды.
63. Принцип работы биполярных транзисторов
64. Собственные статические параметры биполярных транзисторов.
65. Модель биполярного транзистора Эберса-Молла.
66. Статические характеристики и динамические параметры биполярных транзисторов.
67. Линейные модели биполярных транзисторов.
68. Усилительные свойства биполярного транзистора.
69. Тиристоры: классификация. Структура и принцип работы динисторов.
70. Структура и принцип работы тринисторов. Симметричный тиристор.
71. Основные сведения о полевых транзисторах, классификация.

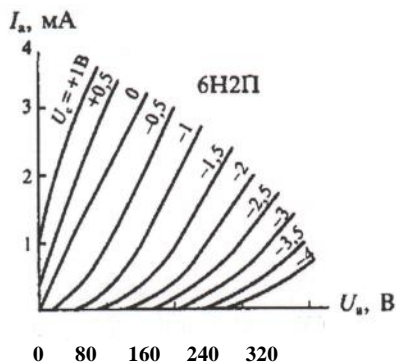
72. Полевые транзисторы с управляющим р-п- переходом.
73. МДП-транзисторы со встроенным каналом.
74. МДП-транзисторы с индуцированным каналом.
75. Терминология, основные понятия и определения квантовой и оптической электроники.
76. Основные характеристики оптического излучения.
77. Основные энергетические и светотехнические величины.
78. Основные законы инфракрасного излучения.
79. Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами.
80. Явление люминесценции в полупроводниках.
81. Излучательная рекомбинация.
82. Излучающие диоды: основные параметры и характеристики.
83. Явление фотоэффекта в полупроводниках (внутренний фотоэффект).
84. Полупроводниковые фотоприёмники оптического излучения.
85. Фотоприёмники на основе р-п-перехода. Их разновидности.
86. Многоэлементные фотоприёмники.
87. Оптроны.
88. Резисторные оптопары.
89. Диодные оптопары
90. Транзисторные оптопары.
91. Тиристорные оптопары.
92. Открытые оптические системы передачи данных.
93. Волоконно-оптические линии передачи.
94. Принцип действия и классификация световодов.
95. Параметры и характеристики световодов.
96. Основные материалы и конструкции волоконных световодов и кабелей.
97. Принципы построения волоконно-оптических систем передачи.
98. Оптические переходы, усиление и генерация оптического излучения.
99. Физические основы лазерного излучения.
100. Принцип работы лазеров (на примере рубинового лазера).
101. Принцип работы лазеров (на примере полупроводникового лазера).
102. Классификация, параметры и характеристики лазеров.

Типовые задачи:

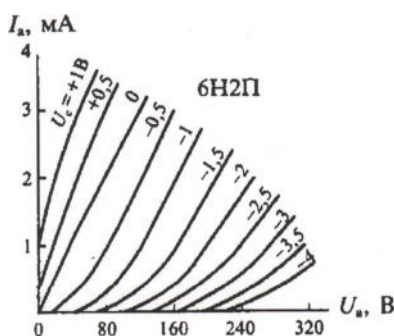
1. По анодно-сеточной характеристике определите крутизну триода 6С5С при напряжении $U_a=300\text{ В}$.



2. По анодной характеристике определите динамическое сопротивление триода 6Н2П при напряжении $U_c = -1\text{ В}$.

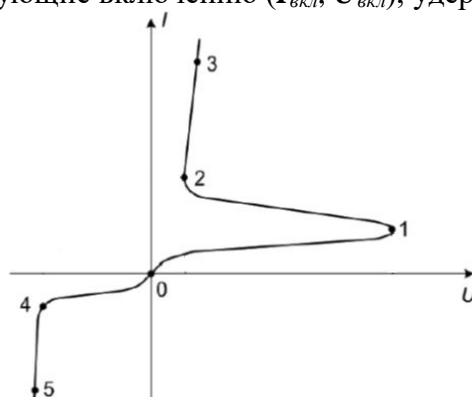


3. По анодной характеристике триода 6Н2П определите статическое сопротивление при $U_a=200\text{ В}$ для зависимости $U_c = -2\text{ В}$.

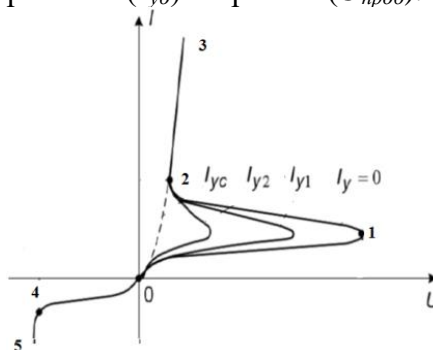


4. Дрейфовый ток плотностью 10 мА/см^2 течет через кристалл кремния р-типа с удельным сопротивлением $10\text{ Ом} \cdot \text{см}$. Найти среднюю дрейфовую скорость дырок и электронов.
5. Определите время жизни τ_n и подвижность μ_n электронов при $T=300\text{ К}$, если длина диффузионного смещения электронов в германии $L_n=0,15\text{ см}$, а коэффициент диффузии $D_n = 200\text{ см}^2/\text{с}$.
6. Определить длину диффузионного смещения L_n и коэффициент диффузии электронов D_n в германии при комнатной температуре, если время жизни электронов $\tau_n = 500\text{ мкс}$, а подвижность электронов $\mu_n = 5 \cdot 10^{16}\text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$.
7. Определить удельную проводимость образца кремния (в мкСм/см) при температуре $T = 300\text{ К}$, если концентрация акцепторов в полупроводнике $2,3 \cdot 10^{13}\text{ см}^{-3}$ и концентрация доноров $2,2 \cdot 10^{13}\text{ см}^{-3}$. Подвижность электронов в кремнии $15 \cdot 10^4\text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$, дырок в кремнии $600\text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$. Ответ округлить до целого числа.
8. Образец из полупроводника прямоугольной формы размером $0,25 \times 0,25 \times 0,05\text{ см}^3$ содержит 10^{15} носителей заряда в 1 см^3 . К двум противоположным узким граням приложено напряжение $U = 15\text{ В}$. Найти значение тока в мА , полагая подвижность носителей заряда $500\text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$.
9. Дан образец легированного кремния n-типа длиной 10 мм , шириной 2 мм и толщиной 1 мм . Подвижности электронов и дырок равны соответственно $\mu_n=0,12$ и $\mu_p=0,05\text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, концентрация собственных носителей заряда $n_i=1,5 \cdot 10^{16}\text{ м}^{-3}$. Определить отношение дырочной удельной проводимости к электронной.
10. Определить дифференциальное сопротивление вольт-амперной характеристики идеального выпрямляющего контакта металл-полупроводник при температуре $= 300\text{ К}$ и прямом токе $I = 2\text{ мА}$.
11. Найти максимальную предельную резистивную частоту туннельного диода, если величина отрицательного дифференциального сопротивления $100/2\pi\text{ Ом}$, а барьерная емкость 20 пФ .
12. Найти добротность варикапа в области низких частот, если емкость равна 100 пФ , сопротивление обратного смещенного p-n-перехода равно 100 кОм , круговая частота равна 12 Мрад/с .

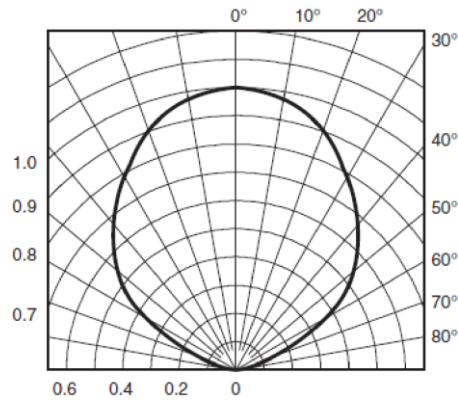
13. Найти приращение напряжения на стабилитроне, обусловленное изменением тока нагрузки на 2 мА , если дифференциальное сопротивление стабилитрона 10 Ом , а ограничительное сопротивление намного больше дифференциального сопротивления стабилитрона.
14. Выводы биполярного транзистора обозначены буквами A, B, C . Токи, снимаемые с этих выводов в активном режиме работы равны: $I_A = 1 \text{ мА}$, $I_B = 20 \text{ мкА}$, $I_C = 1,02 \text{ мА}$. Найти:
 - 1) с какими электродами транзистора соединены выводы?
 - 2) чему равен коэффициент передачи постоянного тока базы (обратный ток коллекторного перехода принят равным 0).
15. Найти диффузионное сопротивление базы r_6'' если сопротивление эмиттера $r_3 = 10 \text{ Ом}$. Дифференциальный коэффициент передачи тока базы $\beta = 20$.
16. На ВАХ диодного тиристора показать участки, соответствующие его возможным режимам работы и точки, соответствующие включению ($I_{вкл}, U_{вкл}$), удержанию ($I_{уд}$) и пробоем ($U_{проб}$).



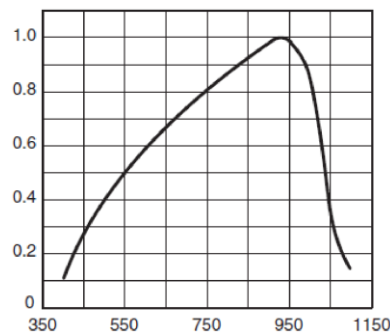
17. На ВАХ триодного тиристора показать участки, соответствующие его возможным режимам работы и точки, соответствующие включению ($I_{вкл}, U_{вкл}$) при различных значениях тока управляющего электрода, удержанию ($I_{уд}$) и пробоем ($U_{проб}$).



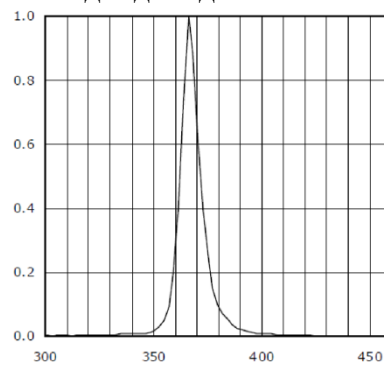
18. Крутизна полевого транзистора равна $0,6 \text{ мА/В}$, дифференциальное сопротивление канала в режиме насыщения составляет 300 кОм . Определить коэффициент усиления по напряжению.
19. Начальный ток стока полевого транзистора с управляющим $p-n$ -переходом 3 мА . Напряжение отсечки равно 3 В . Определить максимальную крутизну транзистора.
20. Определить ширину диаграммы чувствительности фотодиода заданного типа



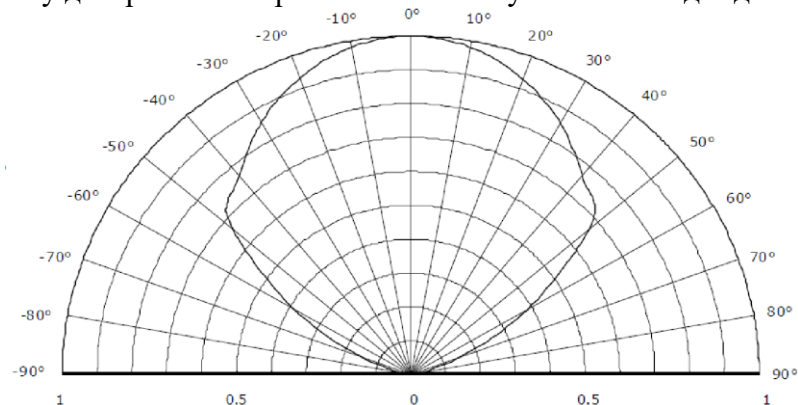
21. Определить спектральный диапазон и максимальную длину волны чувствительности фотодиода заданного типа



22. Определить спектральный диапазон, максимальную длину волны и коэффициент монохроматичности излучения светодиода заданного типа



23. Определить ширину диаграммы направленности излучения светодиода заданного типа



24. Определить величину сопротивления ограничительного резистора, включенного в цепь питания светодиода заданного типа, если $U_{пит} = 24 В$.

25. Найти величину коэффициента передачи тока с входа оптопары на ее выход K_I , выраженный в процентах, если $I_{\text{вых}} = 32 \text{ мА}$, $I_{\text{вх}} = 1 \text{ мА}$, величиной I_0 можно пренебречь.
26. Фотодиод на основе p - n перехода имеет квантовый выход 50 % на длине волны 0,85 мкм. Рассчитать чувствительность R .
27. Вычислить апертурный угол ступенчатого световода с параметрами $n_1 = 1,48$, $n_2 = 1,46$.
28. Вычислить апертурный угол световода с параболическим профилем показателя преломления с параметрами $n_1 = 1,48$, $n_2 = 1,46$.
29. Вычислить нормированная частота V для ступенчатого световода с диаметром 50 мкм и параметрами $n_1 = 1,48$, $n_2 = 1,46$. $\lambda = 1 \text{ мкм}$
30. Вычислить удельное затухание оптического сигнала в световоде длиной 20 км, если отношение мощностей оптического сигнала на его входе и выходе равно 2.
31. Вычислить ширину полосы пропускания световода, если удельное уширение импульсов равно 20 нс/км.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок — «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено» (далее — пятибалльная система).

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 выставляются 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 непринципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляются 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 сформированы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью;
- доской аудиторной;
- демонстрационным оборудованием:
- персональным компьютером (ноутбуком);
- переносным (стационарным) проектором.

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

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ, оснащенная:

- специализированной мебелью;
- доской аудиторной;
- средствами измерений;
- лабораторными макетами.

Учебная аудитория для проведения практических занятий, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью;
- доской аудиторной;
- персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет».

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью;
- доской аудиторной;
- персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС филиала.

Программное обеспечение: *Microsoft Office, Mat lab, Mathcad, Micro-Cap.*

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

Основная литература:

1. Щука А. А. Электроника. Учебное пособие/ Под ред. проф. А. С. Сигова. – СПб.: БХВ–Пертербург, 2005. – 800 с.: ил. (38 экземпляров на абонементе);
2. Лебедев, А.И. Физика полупроводниковых приборов [Электронный ресурс]: . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2008. — 488 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2244
3. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс]: . — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2011. — 314 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=627
4. Сушков, А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2004. — 463 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=639
5. Приемники оптического излучения [Электронный ресурс] : / Г.Г. Ишанин, В.П. Челибанов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 304 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53675

Дополнительная литература:

1. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы [Электронный ресурс]: / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2009. — 480 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=300
2. Голант В. Е. Основы физики плазмы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Голант В. Е., Жилинский А. П., Сахаров И. Е. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2011. — 449 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1550
3. Строев, Н. Н. Вакуумные и плазменные компоненты устройств промышленной электроники: учеб. пособие по курсу "Вакуумная и плазменная электроника" / СФ МЭИ; Н.Н. Строев, А.А. Пеньков .— Смоленск: СФ МЭИ, 2005 .— 92 с. (22 экземпляра на абонементе)
4. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники: учеб. пособие [для подготовки бакалавров, магистров по напр. "Электроэнергетика и электротехника", "Электроника и наноэлектроника", "Радиотехника", "Информационные технологии и системы связи", "Конструирование технологии и микросистемная техника"] / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов .— Изд. 2-е, испр. — СПб. [и др.] : Лань, 2013 .— 559, [1] с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) (5 экз. в библиотеке)
5. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 560 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5856
6. Компоненты и технологии. [Электронный ресурс] - Электрон. текстовые дан. 2011-2015. - Режим доступа: URL <http://elibrary.ru/issues.asp?id=9938>

Список авторских методических разработок.

1. С. П. Астахов, комплект лекций по дисциплине «Физические основы электроники» в формате мультимедийных презентаций, расположен на сайте кафедры:

*Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»
Профиль «Промышленная электроника»
РПД Б1.О.12 «Физические основы электроники»*



https://drive.google.com/drive/folders/1nwTE_rdgYhfbZkoC5Lo-9CoYMSKAXP6B

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дата внесения изменения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10