

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Электронные приборы»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Б1.В.03 «ОПТИКА И ФОТОНИКА НАНОСТРУКТУР»

Направление подготовки
11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки
Радиофотоника

Уровень подготовки
бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

1. ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины, организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретённых обучающимися на практических занятиях и лабораторных работах. При выполнении лабораторных работ применяется система оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных работ по каждому модулю определено учебным графиком.

На практических занятиях допускается использование системы «зачтено – не зачтено», или рейтинговой системы оценки, при которой, например, правильно решенная задача оценивается определенным количеством баллов. При поэтапном выполнении учебного плана баллы суммируются. Положительным итогом выполнения программы является определенное количество набранных баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением экзамена. Форма проведения экзамена – устный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. В процессе подготовки к устному ответу экзаменуемый может составить в письменном виде план ответа, включающий в себя определения, выводы формул, рисунки.

Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
25 Ракетно-космическая промышленность	научно - исследовательский	Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; Моделирование объектов и процессов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ; Участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике; Об-	Радиотехнические системы, комплексы и устройства, методы и средства их моделирования, экспериментальной отработки.

		работка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; Составление обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований; Организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок.	
40 Сквозные виды профессиональной деятельности	проектный	Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем; Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; Расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; Разработка проектной и технической документации, Оформление законченных проектно-конструкторских работ; Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	Радиотехнические системы, комплексы и устройства, методы и средства их проектирования, подготовки к производству и технического обслуживания.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; Моделирование объек-	Радиотехнические системы, комплексы и устройства, методы и сред-	ПК-2. Способен проводить исследование модернизируемых функциональных узлов бортовой аппаратуры	ИД-1 _{ПК-2} Выполняет расчет электрических режимов компонентной базы бортовой аппаратуры космических	25.027 Специалист по разработке аппаратуры бортовых космических систем

тов и процессов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ; Участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике; Обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; Составление обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований; Организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок.	ства их моделирования, экспериментальной обработки.	космических аппаратов	аппаратов ИД-2 _{ПК-2} Проводит измерения режимов работы элементов бортовой аппаратуры космических аппаратов	
Тип задач профессиональной деятельности: проектный				
Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем; Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; Расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; Разработка проектной и технической документации,	Радиотехнические системы, комплексы и устройства, методы и средства их проектирования, подготовки к производству и технического обслуживания.	ПК-4. Способен разрабатывать принципиальные электрические схемы аналоговых блоков радиодетонных устройств с проведением оценочного расчета их параметров	ИД-1 _{ПК-4} Определяет численные значения технических характеристик аналоговых блоков радиодетонных устройств ИД-2 _{ПК-4} Разрабатывает схемотехнические решения аналоговых блоков радиодетонных устройств, в том числе с использованием технологической платформы ИД-3 _{ПК-4} Интегрирует схемотехнические решения аналоговых блоков радиодетонных устройств в состав сложнофункционального блока	40.035 Инженер-конструктор аналоговых сложнофункциональных блоков

Оформление законченных проектно-конструкторских работ; Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.				
---	--	--	--	--

Промежуточная аттестация по дисциплине

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Оптика и фотоника наноструктур» является экзамен

Перечень оценочных средств используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
КР1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
T1	Тест №1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

Шкала оценки образовательных достижений

Контрольная работа №1 (КР1)

Каждая из трёх задач оценивается максимально в 6 баллов, максимальный балл – 18, минимальный положительный – 12

Тестовое задание №1 (T1)

За каждое верный ответ начисляется 2 балла. Максимальный балл – 16, минимальный балл, который необходимо набрать, равен 10.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в со-

ответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на экзамене
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для оценки знаний (З), умений (У) и навыков (В)

2.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Ниже приведен перечень оценочных средств, используемых при проведении текущего контроля успеваемости студентов.

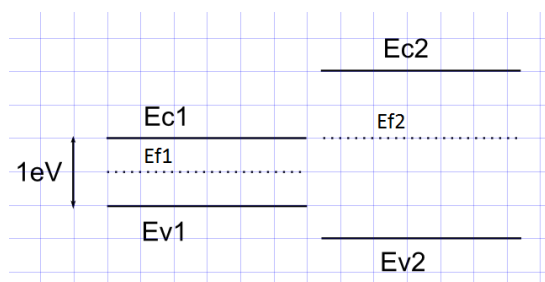
...

2.1.1 КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1 (КР1)

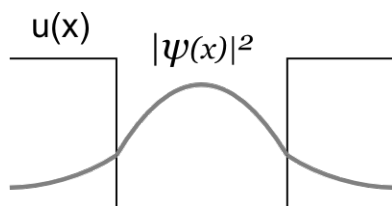
Вариант 1.

Задание 1. Дан кубический нанокристалл нелегированного Ge ($m_e=0.55m_0$, $m_h=0.37m_0$) со стороной $a=3$ нм. Рассчитать энергию второго уровня размерного квантования для дырок в эВ, указать кратность его вырождения. Термодинамическая работа выхода для Ge $\Phi=4.76$ эВ, ширина запрещенной зоны $E_g=0.72$ эВ.

Задание 2. Качественно изобразить картину искривления границ энергетических зон для гетероперехода следующего вида.



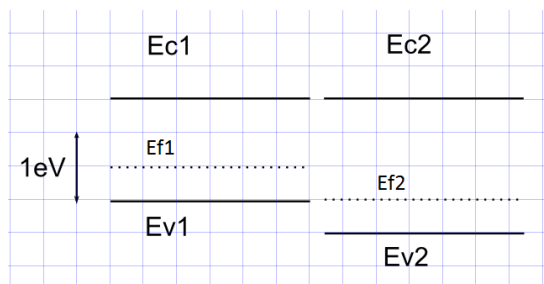
Задание 3. Исходя из переведенного ниже рисунка распределения $|\Psi(x)|^2$ для квантовой ямы, образованной двойным гетеропереходом, определить в какой из областей (центральной или внешней) эффективная масса электрона больше.



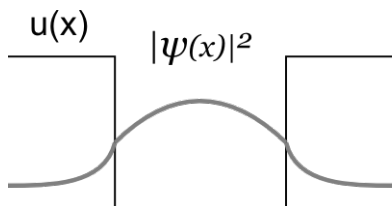
Вариант 2.

Задание 1. Оценить длину волны люминесценции в мкм (излучательной рекомбинации электрона и дырки) в объемном CdSe и кубическом нанокристалле CdSe ($m_e=0.13m_0$, $m_h=2.5m_0$) со стороной $a=2.7$ нм, $E_g(\text{CdSe})=1.74$ эВ.

Задание 2. Качественно изобразить картину искривления границ энергетических зон для гетероперехода следующего вида.



Задание 3. Исходя из переведенного ниже рисунка распределения $|\Psi(x)|^2$ для квантовой ямы, образованной двойным гетеропереходом, определить в какой из областей (центральной или внешней) эффективная масса электрона больше.



...

2.1.2 ТЕСТ №1 (Т1)

Тестовое задание по разделу 2:

- выполняется за 15 мин.,
- состоит из одного варианта из 8 вопросов;

Вопросы

1. В объемных непрямозонных полупроводниках вероятность излучательной рекомбинации электрона и дырки по сравнению с прямозонными полупроводниками:

- усилена;
- подавлена;
- идентична;

2. Почему порог накачки в лазере на двойном гетеропереходе существенно ниже, чем в лазере на p-n переходе

- область локализации электронов и дырок в двойной гетроструктуре меньше диффузионной длины пробега заряда, а электромагнитное излучение локализовано в области с инверсной населенностью;
- у двойной гетроструктуры выше коэффициент отражения от торцов, что приводит к снижению потерь, связанных с выходом излучения из резонатора излучения;
- у двойной гетроструктуры ниже удельное сопротивление, что приводит к снижению потерь на нагрев;

3. При использовании коллоидных полупроводниковых наночастиц для создания светодиодов цвет их излучения изменяют за счет

- изменения толщины слоя наночастиц в гибридной наногетроструктуре;

- б) изменения стехиометрического состава полупроводниковых наночастиц;
- в) изменения размера полупроводниковых наночастиц;

4. Чем определяется длинноволновая граница спектра поглощения полупроводникового фотодетектора, работающего на межзонных переходах?

- а) шириной запрещенной зоны или эффективной шириной запрещенной зоны в случае использования наноструктур;
- б) уровнем легирования полупроводниковой структуры;
- в) величиной смещением границ зон на p/n или гетеропереходе;

5. Почему квантовая эффективность полупроводниковых фотодетекторов начиная с некоторого значения длины волны начинает падать по мере ее дальнейшего уменьшения?

- а) это является следствием снижения значения коэффициента поглощения полупроводникового материала;
- б) из-за высокого коэффициента поглощения в коротковолновой области все излучение поглощается в приповерхностном слое, где много ловушек, что снижает эффективность разделения зарядов;
- в) вопрос некорректный, квантовая эффективность полупроводниковых фотодетекторов монотонно возрастает по мере уменьшения длины волны.

6. На каком типе оптических переходов построены ИК фотодетекторы на базе полупроводниковых сверхрешеток

- а) на переходах примесный уровень – подзона размерного квантования;
- б) на межзонных переходах, при этом энергия перехода настраивается за счет эффекта размерного квантования;
- в) на внутризонных переходах между подзонами размерного квантования;

7. Частота поверхностного плазмона ω_{sp} на границе металл/диэлектрик и плазменная частота электронного газа в металле ω_{pl} соотносятся как:

- а) $\omega_{sp} > \omega_{pl}$
- б) $\omega_{sp} < \omega_{pl}$
- в) $\omega_{sp} = \omega_{pl}$

8. Если длина волны света, падающего на фотонный кристалл, находится в диапазоне длин волн, соответствующих его запрещенной зоне, то такая волна:

- а) полностью отразится от фотонного кристалла
- б) полностью поглотится фотонным кристаллом
- в) пройдет сквозь фотонный кристалл без потерь на отражение и поглощение

Ответ

1	2	3	4	5	6	7	8
б	а	в	а	б	в	б	а

2.2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ

КИ-8. Итоговые баллы за 1 раздел складываются из: 1) результатов контрольной работы КР1 (максимально- 18 баллов, минимально – 12), результатов контроля посещаемости (одно занятие - один балл, максимум 8 баллов). Если сумма превышает 25 баллов- выставляется 25. Минимальный балл, при котором раздел аттестуется – 15.

КИ-16. Итоговые баллы за 2 раздел складываются из: 1) результатов тестового опроса Т1 (макс. балл- 16, минимальный – 10), результатов контроля посещаемости (одно занятие - один балл, максимум 8 баллов), и результатов оценки работы студента в интерактивном режиме (до 1 балла за занятие). Если сумма превышает 25 баллов- выставляется 25. Минимальный балл, при котором раздел аттестуется – 15.

2.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.3.1 ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Гетеропереход, виды гетеропереходов, искажение зонной структуры на границе гетероперехода.
2. Уравнение Шредингера в приближении эффективной массы. Огибающая волновая функция, условия сшивки на гетерогранице.
3. Энергетический спектр электронов и дырок в системах пониженной размерности. Энергия размерного квантования. Эффективная ширина запрещенной зоны.
4. Полупроводниковые сверхрешетки. Структура, энергетический спектр.
5. Плотность состояний в системах пониженной размерности.
6. Полуклассическая теория взаимодействия света с веществом. Коэффициенты Эйнштейна. Вероятность вынужденного перехода. Золотое правило Фреми.
7. Правила отбора при оптических переходах. Прямозонные и непрямозонные полупроводники.
8. Межзонные и внутризонные оптические переходы в наноструктурах.
9. Использование полупроводниковых наногетероструктур для создания полупроводниковых лазеров. Структуры с раздельным ограничением.
10. Детекторы ИК излучения на полупроводниковых сверхрешетках
11. Безызлучательный перенос энергии в наносистемах. Механизм Ферстера. Влияние безызлучательного переноса на кинетику люминесценции акцептора.
12. Оптические свойства металлов. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Объемные плазмоны в металлах
13. Поверхностные плазмоны на границе металл-диэлектрик. Особенности возбуждения.

14. Локализованные плазмоны в наночастицах. Фактор усиления поля, резонансная частота. Спектр экстинкции металлических наночастиц.
15. Оптические волокна. Числовая апертура ввода/вывода излучения. Одномодовый и многомодовый режим распространения излучения.
16. Фотонные кристаллы. Уравнение Гельмгольца. Запрещенная фотонная зона. Плотность состояний.
17. Одномерные фотонные кристаллы и микрорезонаторы. Метод матриц переноса для расчета спектров пропускания и отражения.
18. Двумерные фотонные кристаллы. Планарные волноводы. Групповая скорость на границе запрещенной фотонной зоны.

Составитель:

доцент, к.ф.-м.н. _____ /Мартынов И.Л.

«_____» _____ 2020 г.