

ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

по дисциплине

**Б1.В.ДВ.03.02 «Введение в современные нанотехнологии»**

Направление подготовки

11.03.01 «Радиотехника»

Уровень подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Рязань 2024

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

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

**Основная задача** – обеспечить оценку уровня общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимися 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 (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в ходе выполнения индивидуальных заданий на практических занятиях. При оценивании результатов освоения практических занятий применяется шкала оценки «зачтено – не зачтено». Количество практических работ и их тематика определена рабочей программой дисциплины, утвержденной заведующим кафедрой. Результат выполнения каждого индивидуального задания должен соответствовать всем критериям оценки в соответствии с компетенциями, установленными для заданного раздела дисциплины.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением теоретического зачета. Форма проведения зачета – 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 должен составить в письменном виде план ответа, включающий в себя определения, выводы формул, рисунки, схемы и т.п.

#### **Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)**

| <b>№ п / п</b> | <b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>                                                                                                                                     | <b>Код контролируемой компетенции (или её части)</b> | <b>Вид, метод, форма оценочного мероприятия</b> |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1              | 2                                                                                                                                                                                   | 3                                                    | 4                                               |
| 1              | Основные понятия и определения в области наносистем. Размер и размерность в физике твердого тела. Объекты с пониженной размерностью. Квантование импульса и энергии носителей тока. | ПК-1.1, ПК-2.1                                       | экзамен                                         |
| 2              | Две методологии создания наносистем: технологии самоорганизации и самосборки "снизу вверх", и технологии наноструктурирования "Сверху вниз". Преимущества и недостатки.             | ПК-1.1, ПК-2.1                                       | экзамен                                         |
| 3              | Технологии наноструктурирования. Понятие о технологиях и методах нанолитографии: электронно-лучевая,                                                                                | ПК-1.1, ПК-2.1                                       | экзамен                                         |

|   |                                                                                                                                         |                |         |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------|
|   | наноимпринт, фокусированные ионные пучки. Способы получения суб-100 нм топологий.                                                       |                |         |
| 4 | Методы исследования структуры и морфологии нанообъектов. Нанорельеф поверхности.                                                        | ПК-1.1, ПК-2.1 | экзамен |
| 5 | Измерение электронных транспортных и оптических свойств наноструктур и наносистем. Измерение подвижности и концентрации носителей тока. | ПК-1.1, ПК-2.1 | экзамен |
| 6 | Технологические процессы создания нанoeлектронных приборов. Монолитная интеграция элементов.                                            | ПК-1.1, ПК-2.1 | экзамен |
| 7 | Конструкции и технологии создания основных активных и пассивных элементов оптоэлектроники и радиофотоники.                              | ПК-1.1, ПК-2.1 | экзамен |
| 8 | Заключение. Перспективы и тенденции развития современной микро- и нанoeлектроники.                                                      | ПК-1.1, ПК-2.1 | экзамен |

### **Формы текущего контроля**

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 обучающихся: на занятиях, по результатам выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проверки качества конспектов лекций и иных материалов.

Текущий контроль по дисциплине «Введение в современные нанотехнологии» проводится в виде тестовых опросов по отдельным темам дисциплины, проверки заданий, выполняемых самостоятельно и на лабораторных занятиях, а также экспресс – опросов и заданий по лекционным материалам и лабораторным работам. Учебные пособия, рекомендуемые для самостоятельной работы и подготовки к лабораторным занятиям обучающихся по дисциплине «Введение в современные нанотехнологии», содержат необходимый теоретический материал. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем.

### **Формы промежуточного контроля**

Формой промежуточного контроля по дисциплине является экзамен. Форма проведения экзамена – устный ответ, по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины.

Целью проведения промежуточной аттестации является проверка компетенций, приобретенных студентом при освоении дисциплины.

### **Критерии оценки компетенций обучающихся и шкалы оценивания**

Оценка степени формирования указанных выше контролируемых компетенций у обучающихся на различных этапах их формирования проводится преподавателем во время лекций, консультаций и лабораторных занятий по шкале оценок «зачтено» – «не зачтено». Текущий контроль по дисциплине проводится в виде тестовых опросов по отдельным темам

дисциплины, проверки заданий, выполняемых самостоятельно, и на лабораторных занятиях, а также экспресс – опросов и заданий по лекционным материалам и лабораторным работам. Формирование у обучающихся во время обучения в семестре указанных выше компетенций на этапах лабораторных занятий и самостоятельной работы оценивается по критериям шкалы оценок - «зачтено» – «не зачтено». Освоение материала дисциплины и достаточно высокая степень формирования контролируемых компетенций обучающегося (своевременное выполнение и защита отчетов по лабораторным работам служат) основанием для допуска обучающегося к этапу промежуточной аттестации - экзамену.

Уровень теоретической подготовки студента определяется составом и степенью формирования приобретенных компетенций, усвоенных теоретических знаний и методов, а также умением осознанно, эффективно применять их при решении задач целенаправленного применения различных групп материалов в электронной технике.

Аттестация студентов по итогам выполнения курсовой работы проводится согласно составу и степени формирования приобретенных компетенций; умению на практике применять теоретические знания; правильности и аккуратности выполнения курсовой работы; умению представлять и защищать курсовую работу.

Защита курсовой работы организуется и осуществляется, как правило, в форме презентации. Оцениваются при защите курсовой работы следующие критерии:

- умение использовать приобретенные знания и компетенции при выполнении курсовой работы;
- правильность выполнения и аккуратность оформления курсовой работы;
- умение логично и обоснованно выстроить доклад;
- ответы на дополнительные вопросы, заданные во время защиты.

Применяется четырехбальная шкала оценок: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", что соответствует шкале "компетенции студента полностью соответствуют требованиям ФГОС ВО", "компетенции студента соответствуют требованиям ФГОС ВО", "компетенции студента в основном соответствуют требованиям ФГОС ВО", "компетенции студента не соответствуют требованиям ФГОС ВО".

Целью проведения промежуточной аттестации (экзамена) является проверка общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретенных студентом при изучении дисциплины «Материалы электронной техники».

Экзамен организуется и осуществляется, как правило, в форме собеседования. Средством, определяющим содержание собеседования студента с экзаменатором, является утвержденный экзаменационный билет, содержание которого определяется ОПОП и настоящей рабочей программой. Экзаменационный билет включает в себя, как правило, два вопроса, которые относятся к указанным выше теоретическим разделам дисциплины.

Оценке на заключительной стадии экзамена подвергаются устные ответы экзаменуемого на вопросы экзаменационного билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.

Применяются следующие критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень усвоения материала, предусмотренного программой;
- умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи;
- полнота, аргументированность, убежденность ответов на вопросы;
- качество ответа (общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция);
- использование дополнительной литературы при подготовке к этапу промежуточной аттестации.

Применяется четырехбальная шкала оценок: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", что соответствует шкале "компетенции студента полностью соответствуют требованиям ФГОС ВО", "компетенции студента соответствуют требованиям ФГОС ВО", "компетенции студента в основном соответствуют требованиям ФГОС ВО", "компетенции студента не соответствуют требованиям ФГОС ВО".

Критерии оценивания промежуточной аттестации:

«отлично» студент должен: продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; уметь сделать выводы по излагаемому материалу; безупречно ответить не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины; продемонстрировать умение правильно выполнять практические задания, предусмотренные программой;

«хорошо» студент должен: продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу; ответить на все вопросы билета; продемонстрировать умение правильно выполнять практические задания, предусмотренные программой, при этом возможно допустить не принципиальные ошибки.

«удовлетворительно» студент должен: продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; уметь устранить допущенные погрешности в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий под руководством преподавателя, либо (при неправильном выполнении практического задания) по указанию преподавателя выполнить другие практические задания того же раздела дисциплины.

«неудовлетворительно» ставится в случае: незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закрепленных за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

### **Типовые контрольные темы и вопросы по дисциплине «Введение в современные нанотехнологии»**

#### **Примерные темы практических занятий**

| <b>№</b> | <b>Наименование темы</b>                                                |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Основы вакуумной техники и технологии                                   |
| 2        | Технология молекулярно-лучевой эпитаксии                                |
| 3        | Технология электронной нанолитографии                                   |
| 4        | Получение тонких металлических пленок методом термовакuumного испарения |
| 5        | Атомносиловая микроскопия                                               |
| 6        | Основы измерений параметров методом растровой электронной микроскопии   |
| 7        | Измерение параметров полупроводниковых структур 4х зондовым методом     |
| 8        | Оптические микрозондовые измерения                                      |

#### **Вопросы к теоретическому зачету**

| <b>Тема 1 «Введение»</b>                             |                                                                                  |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1                                                  | Основные понятия и определения в области наносистем                              |
| 1.2                                                  | Размер и размерность в физике твердого тела                                      |
| 1.3                                                  | Объекты с пониженной размерностью. Квантование импульса и энергии носителей тока |
| <b>Тема 2 «Классификация наноразмерных объектов»</b> |                                                                                  |
| 2.1                                                  | Классификация наноразмерных объектов - квантовые ямы, квантовые нити и кванто-   |

|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                           | вые точки                                                                                                                                                              |
| 2.2                                                                                                                       | Понятие гетероструктуры                                                                                                                                                |
| 2.3                                                                                                                       | Спектр носителей тока                                                                                                                                                  |
| 2.4                                                                                                                       | Изменение оптических и электронных свойств                                                                                                                             |
| <b>Тема 3 «Методологии создания наносистем»</b>                                                                           |                                                                                                                                                                        |
| 3.1                                                                                                                       | Две методологии создания наносистем: технологии самоорганизации и самосборки "снизу вверх", и технологии наноструктурирования "Сверху вниз". Преимущества и недостатки |
| 3.2                                                                                                                       | Способы получения квантоворазмерных структур                                                                                                                           |
| 3.3                                                                                                                       | Эпитаксия                                                                                                                                                              |
| <b>Тема 4 «Технологии наноструктурирования»</b>                                                                           |                                                                                                                                                                        |
| 4.1                                                                                                                       | Технологии наноструктурирования                                                                                                                                        |
| 4.2                                                                                                                       | Понятие о технологиях и методах нанолитографии: электронно-лучевая, наноимпринт, фокусированные ионные пучки                                                           |
| 4.3                                                                                                                       | Способы получения суб-100 нм топологий                                                                                                                                 |
| <b>Тема 5 «Измерение электронных транспортных и оптических свойств наноструктур и наносистем»</b>                         |                                                                                                                                                                        |
| 5.1                                                                                                                       | Методы исследования структуры и морфологии нанобъектов                                                                                                                 |
| 5.2                                                                                                                       | Нанорельеф поверхности                                                                                                                                                 |
| 5.3                                                                                                                       | Кристаллическая структура нанобъектов и слоев. Химический состав                                                                                                       |
| 5.4                                                                                                                       | Измерение электронных транспортных и оптических свойств наноструктур и наносистем                                                                                      |
| <b>Тема 6 «Технологические процессы создания нанoeлектронных приборов»</b>                                                |                                                                                                                                                                        |
| 6.1                                                                                                                       | Измерение электронных транспортных и оптических свойств наноструктур и наносистем                                                                                      |
| 6.2                                                                                                                       | Измерение подвижности и концентрации носителей тока                                                                                                                    |
| 6.3                                                                                                                       | Опико-спектральные измерения спектров поглощения, пропускания и фотолюминесценции                                                                                      |
| 6.4                                                                                                                       | Технологические процессы создания нанoeлектронных приборов                                                                                                             |
| <b>Тема 7 «Технологические процессы создания нанoeлектронных приборов»</b>                                                |                                                                                                                                                                        |
| 7.1                                                                                                                       | Технологические процессы создания нанoeлектронных приборов                                                                                                             |
| 7.2                                                                                                                       | Монолитная интеграция элементов                                                                                                                                        |
| 7.3                                                                                                                       | Понятие и структура технологического маршрута                                                                                                                          |
| 7.4                                                                                                                       | Литография, металлизация, плазмохимические процессы                                                                                                                    |
| 7.5                                                                                                                       | Контрольные операции                                                                                                                                                   |
| 7.6                                                                                                                       | Технологические процессы создания нанoeлектронных приборов.                                                                                                            |
| <b>Тема 8 «Конструкции и технологии создания основных активных и пассивных элементов оптоэлектроники и радиофотоники»</b> |                                                                                                                                                                        |
| 8.1                                                                                                                       | Конструкции и технологии создания основных активных и пассивных элементов оптоэлектроники и радиофотоники                                                              |
| 8.2                                                                                                                       | Полупроводниковый лазер                                                                                                                                                |
| 8.3                                                                                                                       | Модулятор                                                                                                                                                              |
| 8.4                                                                                                                       | Фотодетектор                                                                                                                                                           |
| 8.5                                                                                                                       | Спектральные фильтры                                                                                                                                                   |

Составил

Зав. кафедрой микро- и наноэлектроники

д.ф.-м.н., доцент

Литвинов В.Г.

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СОГЛАСОВАНО

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Литвинов Владимир  
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ

05.09.24 09:54 (MSK)

Простая подпись