

ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Кафедра «Космические технологии»

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.07 «Электроника, микроэлектроника и наноэлектроника»**

Направление подготовки – 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»

ОПОП академического бакалавриата  
«Математика и компьютерные науки»

Квалификация (степень) выпускника - бакалавр  
Форма обучения - очная

Рязань 2022

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

Цель – оценить соответствие знаний, умений и владений, приобретенных обучающимися в процессе изучения дисциплины, целям и требованиям ОПОП в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

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

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, приобретённых обучающимися на практических занятиях (ПЗ) и при самостоятельной работе (СР) с конспектами лекций. Кроме того, обучающиеся выполняют исследовательскую курсовую работу (ИКР) по заданным темам, которая представляется в виде доклада на практических занятиях. По результатам практических занятий и выполнению ИКР выставляется оценка «зачтено-не зачтено».

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется путем проведения экзамена. Форма проведения экзамена – устный ответ по экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается два вопроса. В процессе подготовки к устному ответу экзаменуемый может составить в письменном виде план ответа, включающий в себя определения, выводы формул, рисунки и т.п. При выставлении оценки за экзамен преподаватель учитывает уровень выполнения ИКР.

## 2. ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                  | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4. Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования | ПК-4.1. Разрабатывает и реализует математические модели.<br>ПК-4.2. Применяет пакеты прикладных программ моделирования                                                                                                                                                                       |
| ПК-6. Способен проводить научные исследования по отдельным разделам исследуемой тематики                                                                                                        | ПК-6.1. Проводит работы по обработке и анализу научно-технической документации и результатов исследования<br>ПК-6.2. Выполняет эксперименты и оформляет результаты исследований и разработок<br>ПК-6.3. Выполняет элементы документации, планов и программ проведения отдельных этапов работ |

| №<br>п/п                                                                                                     | Контролируемые разделы (темы) дисциплины                                                                                                                                                                                                 | Код контролируемой компетенции<br>(или её части) | Наименование оценочного средства                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Модуль 1. Введение и предмет изучения дисциплины «Электроника, микроэлектроника и наноэлектроника»</b>    |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                                                          |
| 1.1                                                                                                          | История развития и современное состояние электроники, микро- и наноэлектроники. Основные научные термины и определения. Важнейшие открытия. Закон Мура. Электроника и микроэлектроника в СССР. Центр микроэлектроники в Зеленограде.     | ПК-6.1<br>ПК-6.2                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР                   |
| 1.2                                                                                                          | Вакуумная электроника и вакуумная техника. Вакуум, средства откачки и контроля вакуума. Современные приборы вакуумной электроники.                                                                                                       | ПК-4.1<br>ПК-6.1                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР                   |
| 1.3                                                                                                          | Полупроводниковая электроника. Классификация полупроводниковых материалов, методы их получения и очистки. Донорные и акцепторные примеси. P-N-переходы. Основные полупроводниковые приборы, области их применения и перспективы развития | ПК-4.1<br>ПК-6.1                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР                   |
| 1.4                                                                                                          | Микроэлектроника. Этапы развития микроэлектроники. Классификация интегральных микросхем. Основные технологические операции. Аналоговые, цифровые и аналого-цифровые микросхемы. Надежность и отказы.                                     | ПК-4.1<br>ПК-6.1                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР                   |
| 1.5                                                                                                          | Пьезо- и акустоэлектроника. Криогенная электроника. Магнитоэлектроника и спинтроника. Физические основы и приборная реализация.                                                                                                          | ПК-4.1<br>ПК-6.1                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР                   |
| 1.6-<br>1.7                                                                                                  | Оптоэлектроника и квантовая электроника. Источники излучения. Светодиоды и лазеры. Приемники излучения. Индикаторы и экраны. Волоконная оптика.                                                                                          | ПК-4.1<br>ПК-6.1                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР                   |
| <b>Модуль 2. Нанотехнологии и наноматериалы</b>                                                              |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                                                          |
| 2.1-<br>2.2                                                                                                  | Нанотехнологии и наноматериалы. Основные термины и определения.                                                                                                                                                                          | ПК-6.1<br>ПК-6.2                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР                   |
| 2.3                                                                                                          | Методы зондовой нанотехнологии. Сканирующий туннельный микроскоп. Атомно-силовой микроскоп. Кластерные нанотехнологические комплексы.                                                                                                    | ПК-6.1<br>ПК-6.2                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР                   |
| 2.4                                                                                                          | Электронная микроскопия. Физические основы, аппаратная реализация, применение.                                                                                                                                                           | ПК-6.1<br>ПК-6.2                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР                   |
| 2.5                                                                                                          | Масс-спектрометрия. Физические основы, аппаратная реализация, применение.                                                                                                                                                                | ПК-6.1<br>ПК-6.2                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР                   |
| <b>Модуль 3. Современные области применения и перспективы развития электроники, микро- и наноэлектроники</b> |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                                                          |
| 3.1-<br>3.2                                                                                                  | Приборы и устройства наноэлектроники. Нанотранзисторы, приборы и устройства одноэлектроники, нанофотоники, наноплазмоники и мемристорной электроники. Квантовый компьютер.                                                               | ПК-6.1<br>ПК-6.2                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР<br>Выполнение ИКР |
| 3.3                                                                                                          | Космические, военные и специальные технологии. Космический лифт. Электростатические ракетные двигатели. Метаматериалы.                                                                                                                   | ПК-6.1<br>ПК-6.2                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР                   |

| №<br>п/п                                                                                                  | Контролируемые разделы (темы) дисциплины                                                                                            | Код контролируемой компетенции<br>(или её части) | Наименование оценочного средства                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Модуль 1.</b> Введение и предмет изучения дисциплины «Электроника, микроэлектроника и наноэлектроника» |                                                                                                                                     |                                                  |                                                          |
|                                                                                                           |                                                                                                                                     |                                                  | Выполнение ИКР                                           |
| 3.4                                                                                                       | Биомедицинские технологии. Медицина и фармакология. Медицинская инженерия. Имплантология и протезирование. Биосовместимые покрытия. | ПК-6.1<br>ПК-6.2                                 | Экзамен<br>Задание СР<br>Выполнение ПР<br>Выполнение ИКР |

### 3. ОПИСАНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Сформированности каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оцениваются по:

- 1) уровню усвоения материала, предусмотренного рабочей программой;
- 2) умению анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи;
- 3) качеству ответа на вопросы - полнота, аргументированность, убежденность, логичность;
- 4) содержательности и качеству материалов, приведенных в ИКР
- 5) использованию дополнительной литературы при подготовке ИКР и ответов на экзамене.

Уровень освоения сформированности знаний, умений и навыков по дисциплине оценивается в форме бальной оценки:

**«Отлично»** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, изучивший основную, и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

**«Хорошо»** заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**«Удовлетворительно»** заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**«Неудовлетворительно»** выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 4. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 4.1. Темы исследовательских курсовых работ

1. Квантовый компьютер
2. Метаматериалы
3. Космический лифт
4. Нанотехнологии в медицине. Здоровый образ жизни
5. Военные и специальные нанотехнологии
6. Электростатические ракетные двигатели
7. Водородные технологии
8. Нанотехнологии в добыче нефти и газа
9. Космические экспедиции на Луну, Венеру и Марс

При выполнении ИКР обучающийся должен проанализировать доступную информацию по предложенной теме, в том числе на английском языке, оценить ее полноту/достоверность и подготовить 10-15 мин. доклад. По окончании доклада обучающийся должен ответить на вопросы преподавателя и других обучающихся, а также дать оценку существующего уровня развития данного направления и перспектив его развития. Оценка по ИКР не выставляется, но уровень ее выполнения и полнота представленного материала учитывается на экзамене.

### 4.2. Типовые вопросы на экзаменах

**Модуль 1.** Введение и предмет изучения дисциплины «Электроника, микроэлектроника и наноэлектроника».

1. Назовите основные направления развития электроники, микроэлектроники и наноэлектроники (Эл-МЭл-НЭл). Назовите важнейшие открытия в области Эл-МЭл-НЭл. Сформулируйте закон Мура и его ограничения.
2. Охарактеризуйте состояние развития Эл-МЭл-НЭл в СССР и Российской Федерации и назовите основные предприятия Эл-МЭл-НЭл в Рязани, какую продукцию они выпускают? Что вам известно о Научно-исследовательском технологическом институте (НИТИ), о его продукции и основных достижениях?
3. Сформулируйте основные принципы и назовите основные открытия в области вакуумной электроники и вакуумной техники. Дайте понятие вакуума и его диапазонов. Назовите основные средства откачки и контроля вакуума и диапазоны их применения. Какие приборы вакуумной электроники вам известны? Назовите области применения современной вакуумной электроники.
4. Сформулируйте основные принципы и назовите основные открытия в области полупроводниковой электроники. Приведите классификацию полупроводниковых материалов, назовите методы их получения и очистки. Дайте определение донорных и акцепторных примесей в полупроводниках. Назовите основные полупроводниковые приборы и области их применения.
5. Назовите этапы развития микроэлектроники и приведите классификацию интегральных микросхем (ИС). Назовите основные технологические операции в производстве ИС. Какие факторы влияют на надежность ИС и как уменьшить количество их отказов?
6. Пьезо- и акустоэлектроника. Какие приборы, работающие на принципах пьезо- и акустоэлектроники, вам известны. Кривоэлектроника. Какие приборы, работающие на принципах кривоэлектроники, вам известны?

7. Сформулируйте основные принципы магнитоэлектроники и спинтроники. Расскажите о физических основах современной оптоэлектроники и квантовой электроники. Дайте понятия когерентности и назовите основные источники когерентного излучения.
8. Назовите основные типы источников некогерентного излучения, сформулируйте принципы их работы. Назовите основные типы приемников излучения, сформулируйте принципы их работы.
9. Назовите основные типы индикаторов и экранов, сформулируйте принципы их работы. Сформулируйте основные принципы волоконной оптики и назовите базовые приборы волоконной оптики.

## **Модуль 2. Нанотехнологии и наноматериалы.**

1. Что такое нанотехнологии и чем наноматериалы отличаются от обычных материалов Эл и МЭл. Расскажите о хронологии развития нанотехнологий. Дайте определения основным терминам и понятиям, используемым в нанотехнологиях. Назовите базовые нанoeлектронные технологии.
2. Приведите классификацию углеродных наноматериалов и назовите основные области их применения.
3. Назовите основные способы наблюдения и манипулирования нанообъектами. Сформулируйте принципы работы сканирующего туннельного микроскопа. Сформулируйте принципы работы атомно-силового микроскопа.
4. Что такое кластерные нанотехнологические комплексы, в каких российских научных центрах они применяются? Какие сканирующие зондовые микроскопы используются в Региональном центре зондовой микроскопии РГРТУ? Особенности их работы.
5. Расскажите об основных открытиях в области электронной микроскопии и о приборной реализации методов электронной микроскопии. Назовите основные области применения методов и приборов электронной микроскопии. Какие электронные микроскопы используются в Региональном центре зондовой микроскопии РГРТУ? Особенности их работы.
6. Расскажите об основных открытиях в области масс-спектрометрии и о приборной реализации методов масс-спектрометрии. Назовите основные области применения методов и приборов масс-спектрометрии.

## **Модуль 3. Современные области применения и перспективы развития электроники, микро- и наноэлектроники**

1. Назовите основные приборы и устройства одноэлектроники, нанофотоники и наноплазмоники. Нанотранзистор. Какие типы нанотранзисторов вам известны. Сформулируйте принципы их работы и основные отличия от обычных транзисторов.
2. Квантовый компьютер. Сформулируйте принципы его работы и расскажите о перспективах развития.
3. Космический лифт. Сформулируйте принцип его работы и расскажите о возможности реализации этой идеи.
4. Назовите основные направления развития военных и специальных технологий, базирующихся на наноматериалах.
5. Дайте определение электростатических ракетных двигателей, расскажите об особенностях их работы и перспективах развития.
6. Метаматериалы. Физические законы, лежащие в основе их работы, перспективы развития и применения.

7. Герконы. Расскажите о разработке инновационных азотосодержащих покрытий контактов герконов на РЗМКП.
8. Сформулируйте основные направления развития современных биомедицинских технологий. Медицинская инженерия. Вклад современных нанотехнологий в фармакологию, имплантологию и протезирование.