

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
Физика твердого тела и наноструктур  
(П.В. Середин)  
05.06.2023г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.08 Основные материалы, методы и процессы микро- и нанотехнологий**

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.03.02 «Физика»

2. Профиль подготовки/специализация:

Физика твердого тела

3. Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

4. Форма обучения: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра физики твердого тела и наноструктур

6. Составители программы: Кашкаров В.М., доктор физ.-мат. наук, доцент

7. Рекомендована: НМС физического факультета, протокол № 5 от 25.05.2023г.

8. Учебный год: 2023-2024

Семестр(ы): 2

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели: ознакомление с физико-химическими свойствами современных материалов для нанoeлектроники; ознакомление с принципами и направлениями получения основных материалов нанoeлектроники и перспективами их развития; формирование знаний в области научных и технологических принципов исследований и использования современных и перспективных материалов нанoeлектроники.

Задачи: формирование профессиональных компетенций в области изучения физико-химических основ процессов производства основных материалов нанoeлектроники (в сравнении с электронной техникой), технологических основ подготовки и обработки готовых материалов; способов задания и управления свойствами материалов; принципов управления технологическими процессами и контроля качества готового изделия; основных направлений совершенствования и развития технологии производства материалов и изделий нанoeлектроники.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к вариативной части блока Б1 по направлению подготовки 03.03.02 Физика (квалификация (степень) "бакалавриат").

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

| Компетенция |                                                                                                                                                                              | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код         | Название                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ПК-2        | способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности | Знать: физико-химические свойства современных материалов для нанoeлектроники;<br>Уметь: определять принципы и направления получения основных материалов нанoeлектроники;<br>Владеть: перспективами развития направлений получения и использования основных материалов нанoeлектроники                                      |
| ПК-3        | способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности               | Знать: физико-химические основы процессов производства основных материалов нанoeлектроники<br>Уметь: определять основные принципы управления технологическими процессами и контроля качества<br>Владеть: знаниями в области принципов исследований и использования современных и перспективных материалов нанoeлектроники. |

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

## 13. Виды учебной работы

| Вид учебной работы                       | Трудоемкость |              |
|------------------------------------------|--------------|--------------|
|                                          | Всего        | По семестрам |
|                                          |              | 2 семестр    |
| Аудиторные занятия                       | 28           | 28           |
| в том числе: лекции                      | 28           | 28           |
| практические                             |              |              |
| лабораторные                             |              |              |
| Самостоятельная работа                   | 44           | 44           |
| Форма промежуточной аттестации - Экзамен | 36           | 36           |
| Итого:                                   | 108          | 108          |

### 13.1. Содержание дисциплины

| п/п              | Наименование раздела дисциплины                             | Содержание раздела дисциплины                                                                                                                       | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК * |
|------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>1. Лекции</b> |                                                             |                                                                                                                                                     |                                                              |
| 1                | Материалы в нанoeлектронике                                 | Общая классификация материалов и наноматериалов по составу, свойствам и техническому назначению.                                                    | –                                                            |
| 2                | Основные свойства материалов в нанoeлектронике              | Физическая природа проводимости металлов, сплавов, свойств полупроводников, диэлектриков и композиционных материалов с точки зрения наноматериалов. | –                                                            |
| 3                | Полупроводниковые материалы в нанoeлектронике               | Характеристика и основные физико-химические электрические и оптические свойства элементарных полупроводников.                                       | –                                                            |
| 4                | Кремний в нанoeлектронике                                   | Кремний, его соединения, включая твердые растворы, от пористого и нитевидного кремния до нанокремния. Иные полупроводниковые материалы.             | –                                                            |
| 5                | Металл-оксидные материалы в нанoeлектронике                 | Металл-оксидные наноматериалы, 1-, 2- и 3- D структуры на их основе. Основные принципы формирования и использования.                                | –                                                            |
| 6                | Магнитные материалы в нанoeлектронике                       | Магнитные материалы и наноматериалы. Основные принципы формирования и использования.                                                                | –                                                            |
| 7                | Био-гибридные и природоподобные материалы в нанoeлектронике | Био-гибридные и природоподобные материалы для нанoeлектроники. Основные принципы формирования и использования.                                      | –                                                            |

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины         | Виды занятий (часов) |              |              |                        |       |
|-------|------------------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
|       |                                                | Лекции               | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1     | Материалы в нанoeлектронике                    | 4                    |              |              | 6                      | 10    |
| 2     | Основные свойства материалов в нанoeлектронике | 4                    |              |              | 6                      | 10    |
| 3     | Полупроводниковые                              | 4                    |              |              | 6                      | 10    |

|   |                                                             |    |  |    |    |
|---|-------------------------------------------------------------|----|--|----|----|
|   | материалы в нанoeлектронике                                 |    |  |    |    |
| 4 | Кремний в нанoeлектронике                                   | 6  |  | 7  | 13 |
| 5 | Металл-оксидные материалы в нанoeлектронике                 | 6  |  | 7  | 13 |
| 6 | Магнитные материалы в нанoeлектронике                       | 2  |  | 6  | 8  |
| 7 | Био-гибридные и природоподобные материалы в нанoeлектронике | 2  |  | 6  | 8  |
|   | Итого:                                                      | 28 |  | 44 | 72 |

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Основные материалы нанoeлектроники» предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

Дисциплина «Основные материалы нанoeлектроники» реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Самостоятельная работа студентов наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной ее частью, что наиболее ярко представлено в процессе подготовки магистров. Последнее обусловлено тем, что самостоятельная работа предназначена для формирования навыков самостоятельной работы как вообще, так и в учебной, научной деятельности, формирование и развитие способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т.д.

Самостоятельная работа формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации. Она воспитывает самостоятельность как черту характера. Никакие знания, полученные на уровне пассивного восприятия, не ставшие объектом собственной умственной или практической работы, не могут считаться подлинным достоянием человека.

Давая возможность расширять и обогащать знания, умения по индивидуальным направлениям, самостоятельная работа студента позволяет создать разносторонних специалистов. В процессе самостоятельной работы развивают творческие возможности обучающегося, при этом самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы.

Самостоятельная работа - это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Преподаватель, ведущий занятия, организует, направляет самостоятельную работу студентов и оказывает им необходимую помощь. Однако самостоятельность студентов должна превышать объем работы, контролируемой преподавателем работы, и иметь в своей основе индивидуальную мотивацию обучающегося по получению знаний, необходимых и достаточных для будущей профессиональной деятельности в избранной сфере. Преподаватель при необходимости может оказывать содействие в выработке и коррекции данной мотивации, лежащей в основе построения самостоятельной деятельности студента по изучению дисциплины, получению необходимых знаний и навыков.

Получение образования предполагает обучение решению задач определенной сферы деятельности. Однако как бы хорошо не обучались учащиеся способам решения задач в аудитории, сформировать средства практической деятельности не удастся, так как каждый случай практики особый и для его решения следует выработать особый профессиональный стиль мышления.

Основой самостоятельной работы служит научно-теоретический курс, комплекс полученных студентом знаний. Основной, наиболее экономичной формой получения и

усвоения информации, теоретических знаний в вузе является лекция, позволяющая воспринять значительную сумму основных знаний и потому способствующая повышению продуктивности всех других форм учебного труда.

Результат обучения и самостоятельной работы студента предполагает наличие следующих составляющих:

- понимание методологических основ построения изучаемых знаний;
- выделение главных структур учебного курса;
- формирование средств выражения в данной области;
- построение методик решения задач и ориентации в проблемах (ситуациях).

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии (по образовательным формам): лекции, самостоятельные и индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения:

- объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и оборудования);

- активные (анализ учебной и научной литературы; выполнение самостоятельных работ по измерению различных физических явлений и процессов; математическая обработка и анализ полученных данных на основании знаний соответствующих курсов лекций);

- интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов);

- информационные, компьютерные, мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.). Подготовка к лекциям является одним из видов самостоятельной работы магистров. Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план;
- уметь выделить основное, главное;

- усвоить значение примеров и иллюстраций;
- связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;
- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;

- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;

- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;

- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и незнакомое, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;

- записывать надо сжато;

- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием рефератов, подбором, изучением, анализом и конспектированием рекомендованной литературы, подготовкой и сдачей экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Основные материалы нанозлектроники» включает в себя: подготовку и участие в изучении теоретической части курса, выполнение самостоятельных работ, подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы, подготовку к итоговой аттестации.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - М. : Физматлит, 2005. - 410 с.                                                                                |
| 2     | Рыжонков Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури - М. : Бином, 2008. - 365 с.                                                              |
| 3     | Суздальев И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздальев ; [редкол.: Г.Г. Малинецкий (пред.) и др.] . - М. : ЛИБРОКОМ, 2014. - 589 с. |
| 4     | Материалы современной электроники и спинтроники / В.А. Стародуб [и др.] . - М. : Физматлит, 2018. - 422 с.                                                                              |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник                                                                                                                                               |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Воротынцев В.М. Базовые технологии микро- и нанозлектроники : учебное пособие / В.М. Воротынцев, В.Д. Скупов. - М. : Проспект, 2017. - 519 с.          |
| 2     | Герасименко Н.Н. ремний - материал нанозлектроники : учебное пособие для студ. вузов / Н. Герасименко, Ю. Пархоменко. - М.: Техносфера, 2007. - 351 с. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

| № п/п | Ресурс                                                                                              |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – Зональная научная библиотека ВГУ        |
| 2     | <a href="http://www.moodle.vsu.ru">http://www.moodle.vsu.ru</a>                                     |
| 3     | <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a> – Научная электронная библиотека              |
| 4     | <a href="https://lanbook.com">https://lanbook.com</a> – ЭБС «Лань»                                  |
| 5     | <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн» |

|   |                                                                                                            |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | www.iprbookshop.ru – ЭБС «IPRbooks»                                                                        |
| 7 | <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Образовательный портал "Электронный университет ВГУ" |

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                   |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Гусев А. И. <i>Нanomатериалы, наноструктуры, нанотехнологии</i> / А. И. Гусев. - М. : Физматлит, 2005. - 410 с.                                                                            |
| 2     | Рыжонков Д. И. <i>Нanomатериалы : учебное пособие</i> / Д. И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури - М. : Бином, 2008. - 365 с.                                                          |
| 3     | Суздаев И. П. <i>Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов</i> / И.П. Суздаев ; [редкол.: Г.Г. Малинецкий (пред.) и др.] . - М. : ЛИБРОКОМ, 2014. - 589 с. |
| 4     | <i>Материалы современной электроники и спинтроники</i> / В.А. Стародуб [и др.] . - М. : Физматлит, 2018. - 422 с.                                                                          |

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

| № п/п | Ресурс                                                                                                     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – Зональная научная библиотека ВГУ               |
| 2     | <a href="http://www.moodle.vsu.ru">http://www.moodle.vsu.ru</a>                                            |
| 3     | <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a> – Научная электронная библиотека                     |
| 4     | <a href="https://lanbook.com">https://lanbook.com</a> – ЭБС «Лань»                                         |
| 5     | <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»        |
| 6     | www.iprbookshop.ru – ЭБС «IPRbooks»                                                                        |
| 7     | <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Образовательный портал "Электронный университет ВГУ" |

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- совместная лаборатория "Электронное строение твердого тела"
  - центр коллективного пользования научным оборудованием ВГУ
  - уникальная установка на основе спектрометра-монокроматора РСМ-500
  - мультимедийная система представления презентационного материала: проекционное оборудование, демонстрационный экран, ноутбук.
  - беспроводной доступ в локальную компьютерную сеть ВГУ, глобальную информационно-коммуникационную сеть Интернет.
  - Интернет ресурсы ВГУ, отечественных и международных научных центров, электронных баз данных, электронных библиотек, наукометрических систем.
- Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ".

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

| Код и содержание компетенции (или ее части) | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков) | Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование) | ФОС (средства оценивания) |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| ПК-2                                        | Знать: физико-химические                                                                                                                       | Раздел 1. Материалы в                                                                   | Комплект                  |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|                                 | свойства современных материалов для нанoeлектроники;<br>Уметь: определять принципы и направления получения основных материалов нанoeлектроники;<br>Владеть: перспективами развития направлений получения и использования основных материалов нанoeлектроники                                                               | нанoeлектронике.<br>Раздел 2. Основные свойства материалов в нанoeлектронике<br>Раздел 3. Полупроводниковые материалы в нанoeлектронике<br>Раздел 4. Кремний в нанoeлектронике<br>Раздел 5. Металл-оксидные материалы в нанoeлектронике<br>Раздел 6. Магнитные материалы в нанoeлектронике<br>Раздел 7. Био-гибридные и природоподобные материалы в нанoeлектронике | КИМ          |
| ПК-3                            | Знать: физико-химические основы процессов производства основных материалов нанoeлектроники<br>Уметь: определять основные принципы управления технологическими процессами и контроля качества<br>Владеть: знаниями в области принципов исследований и использования современных и перспективных материалов нанoeлектроники. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
| <b>Промежуточная аттестация</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Комплект КИМ |

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используются следующие показатели:

- 1) знание физико-химических свойств современных материалов для нанoeлектроники; физико-химических основ процессов производства основных материалов нанoeлектроники;
- 2) умение определять принципы и направления получения основных материалов нанoeлектроники; определять основные принципы управления технологическими процессами и контроля качества.
- 3) владение перспективами развития направлений получения и использования основных материалов нанoeлектроники; знаниями в области принципов исследований и использования современных и перспективных материалов нанoeлектроники.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

| Критерии оценивания компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для выполнения тестов решения практических задач при выполнении самостоятельных работ | <i>Повышенный уровень</i>            | <i>Отлично</i> |
| Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области                                                                                                                                                                                                                                                                | <i>Базовый</i>                       | <i>Хорошо</i>  |



|                                                                                                                                                                                               |                          |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| науки (теоретическими основами дисциплины), допускает незначительные ошибки при выполнении тестов и самостоятельных задач                                                                     | <i>уровень</i>           |                            |
| Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен проходить тестирование и выполнять самостоятельные задания                                             | <i>Пороговый уровень</i> | <i>Удовлетворительно</i>   |
| Неудовлетворительное выполнение тестовых заданий. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при выполнении практических задач самостоятельных работ | –                        | <i>Неудовлетворительно</i> |

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Основные материалы нанозлектроники» и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой неудовлетворительно.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.

### **19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:**

1. Общая классификация материалов и наноматериалов по составу, свойствам и техническому назначению.
2. Физическая природа проводимости металлов, сплавов, свойств полупроводников, диэлектриков и композиционных материалов с точки зрения наноматериалов.
2. Характеристика и основные физико-химические электрические и оптические свойства элементарных полупроводников для нанозлектроники.
4. Кремний, его соединения, включая твердые растворы, от пористого и нитевидного кремния до нанокремния. Иные полупроводниковые материалы.
5. Металл-оксидные наноматериалы, 1-, 2- и 3- D структуры на их основе. Основные принципы формирования и использования.
6. Магнитные материалы и наноматериалы. Основные принципы формирования и использования.
7. Био-гибридные и природоподобные материалы для нанозлектроники. Основные принципы формирования и использования..

### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: *устного опроса и выполнения самостоятельных работ*.

Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.