

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А. В. Копыльцов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«10» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дополнительные разделы инженерного ядра»  
(Наименование дисциплины)

|   |  |
|---|--|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 03.03.01   |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Прикладные математика и физика                                   |
| Наименование направленности/<br>специализации         | Прикладная физика и информационные технологии в<br>наноиндустрии |
| Форма обучения  | очная  |
| Год приема  | 2026   |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н., доц.  06.02.2026  
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата)

Ю. А. Новикова  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3  
«10» февраля 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н., проф.  10.02.2026  
(уч. степень, звание) (подпись, дата)

А. В. Копыльцов  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.  20.02.2026  
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата)

Н. Ю. Ефремов  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Дополнительные разделы инженерного ядра» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 03.03.01 «Прикладная математика и физика» направленности/специализации «Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

УК-5 «Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах»

УК-10 «Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности»

ОПК-1 «Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности»

ОПК-2 «Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности»

ОПК-3 «Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)»

ПК-6 «Способен разработать методики и технические руководства для экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурных материалов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением фундаментальных физических законов и математических методов для исследования наноструктурных материалов, в том числе с использованием современных информационных технологий и программных пакетов компьютерного моделирования.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета (4 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

## 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Дополнительные разделы инженерного ядра» является формирование у обучающихся углубленных теоретических знаний и практических навыков в области прикладной физики и информационных технологий, необходимых для успешного освоения профессиональных дисциплин, проведения научно-исследовательских работ и решения прикладных инженерных задач в сфере nanoиндустрии.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  |
|--------------------------------|---|---|
| Универсальные компетенции      | УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач   | УК-1.У.2 уметь осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, для решения поставленных задач<br>УК-1.В.1 владеть навыками критического анализа и синтеза информации, в том числе с помощью цифровых инструментов   |
| Универсальные компетенции      | УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.3.1 знать виды ресурсов и ограничения для решения поставленных задач<br>УК-2.В.2 владеть навыками выбора оптимального способа решения задач с учетом имеющихся условий, ресурсов и ограничений   |
| Универсальные компетенции      | УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах   | УК-5.3.1 знать закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур в этическом и философском контексте<br>УК-5.У.1 уметь анализировать социально-исторические факты<br>УК-5.У.2 уметь систематизировать представления о социокультурном разнообразии общества<br>УК-5.В.1 владеть навыками интерпретации межкультурного |

|                                  |   |  |
|----------------------------------|---|--|
|                                  |   | <p>разнообразия общества в этическом и философском контекстах</p> <p>УК-5.Д.1 демонстрирует толерантное восприятие социальных и культурных различий, уважительное и бережное отношение к историческому наследию и культурным традициям</p> <p>УК-5.Д.2 находит и использует необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп</p> <p>УК-5.Д.3 проявляет в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира</p> |
| Универсальные компетенции        | УК-10 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности  | <p>УК-10.3.1 знать основы экономической теории, необходимые для решения профессиональных задач</p> <p>УК-10.У.1 уметь обосновывать принятие экономических решений, использовать методы экономического планирования для достижения поставленных целей</p> <p>УК-10.В.1 владеть навыками принятия обоснованных экономических решений в различных областях жизнедеятельности</p>  |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности | <p>ОПК-1.3.1 знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы</p> <p>ОПК-1.У.1 уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера</p> <p>ОПК-1.В.1 владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p>  |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при  | <p>ОПК-2.3.1 знать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности</p> <p>ОПК-2.У.1 уметь применять</p>  |

|                                  |  |   |
|----------------------------------|--|---|
|                                  | решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности   | современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности<br>ОПК-2.В.1 владеть навыками работы с современными информационными технологиями и программными средствами при решении задач профессиональной деятельности   |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)  | ОПК-3.3.1 знать особенности составления и оформления научных и (или) технических (технологических, инновационных) отчетов (публикаций, проектов)<br>ОПК-3.У.1 уметь составлять и оформлять научные, технические, технологические и инновационные отчеты и публикации<br>ОПК-3.В.1 владеть навыками работы по составлению и оформлению научных публикаций и проектов |
| Профессиональные компетенции     | ПК-6 Способен разработать методики и технические руководства для экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурных материалов | ПК-6.3.3 знать методы диагностики и контроля параметров наногетероструктур и наноструктурных материалов<br>ПК-6.У.1 уметь выбирать методы и средства контроля параметров приборов и материалов квантовой электроники и фотоники   |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Физика»,
- «Математика. Математический анализ»,
- «Информатика»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Физические основы нанотехнологий»,
- «Компьютерное моделирование физики тонких пленок и нанопроцессов»,
- «Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники»

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы  | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|---|-------|---------------------------|
|   |       | №4                        |
| 1   | 2     | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b> , ЗЕ/ (час)  | 1/ 36 | 1/ 36                     |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>   | 2     | 2                         |
| <b>Аудиторные занятия</b> , всего час.  | 17    | 17                        |
| в том числе:  |       |                           |
| лекции (Л), (час)   |       |                           |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)  | 17    | 17                        |
| лабораторные работы (ЛР), (час)   |       |                           |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)  |       |                           |
| экзамен, (час)  |       |                           |
| <b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)   | 19    | 19                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.) | Зачёт | Зачёт                     |

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины  | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП/КР (час) | СР (час) |
|---|--------------|---------------|----------|-------------|----------|
| Семестр 4   |              |               |          |             |          |
| <b>Раздел 1. Введение в инженерное ядро и современные ИТ в наноиндустрии</b><br>Тема 1.1. Роль и задачи инженерного ядра в современной прикладной физике<br>Тема 1.2. Обзор информационных технологий, применяемых для исследования наноматериалов<br>Тема 1.3. Вопросы информационной безопасности при работе с научными данными             |              | 3             |          |             | 3        |
| <b>Раздел 2. Основы математического моделирования и анализа данных физических процессов</b><br>Тема 2.1. Методы численного моделирования физико-математических задач наноиндустрии<br>Тема 2.2. Статистические методы обработки результатов эксперимента<br>Тема 2.3. Программные средства для визуализации и анализа данных (Octave, Python) |              | 4             |          |             | 4        |

|   |   |    |   |   |    |
|---|---|----|---|---|----|
| <b>Раздел 3. Физические основы функционирования наноструктурных материалов</b><br>Тема 3.1. Квантово-механические эффекты в наноструктурированных средах<br>Тема 3.2. Методы диагностики параметров наногетероструктур<br>Тема 3.3. Применение наноматериалов в приборах квантовой электроники и фотоники                     |   | 4  |   |   | 4  |
| <b>Раздел 4. Оформление результатов инженерных исследований</b><br>Тема 4.1. Структура и стандарты составления научных и технических отчетов<br>Тема 4.2. Правила подготовки публикаций и оформления результатов интеллектуальной деятельности<br>Тема 4.3. Презентация результатов проектной деятельности                    |   | 3  |   |   | 4  |
| <b>Раздел 5. Экономические и социокультурные аспекты инженерных решений</b><br>Тема 5.1. Основы технико-экономического обоснования инженерных проектов в nanoиндустрии<br>Тема 5.2. Экологические и этические нормы в инженерной деятельности<br>Тема 5.3. Межкультурное взаимодействие в научно-исследовательском коллективе |   | 3  |   |   | 4  |
| Итого в семестре:   |   | 17 |   |   | 19 |
| Итого   | 0 | 17 | 0 | 0 | 19 |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела                   | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий |
|---------------------------------|---|
| Учебным планом не предусмотрено |   |

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Темы практических занятий   | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|---|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 4 |   |                            |                     |                                       |                      |
| 1         | Информационные технологии и программные продукты общего и специального назначения в наноиндустрии | Решение прикладных задач   | 3                   |                                       | 1                    |
| 2         | Численное моделирование физических процессов в наноструктурированных средах                       | Решение прикладных задач   | 4                   |                                       | 2                    |
| 3         | Оценка и расчет физических параметров квантово-размерных гетероструктур                           | Решение прикладных задач   | 4                   |                                       | 3                    |
| 4         | Составление и нормоконтроль отчетов о научно-исследовательской работе (НИР) по ГОСТ               | Решение прикладных задач   | 3                   |                                       | 4                    |
| 5         | Разработка и технико-экономическое обоснование концепции инженерного проекта                      | Решение прикладных задач   | 3                   |                                       | 5                    |
| Всего     |   |                            | 17                  |                                       |                      |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                                 |                     |                                       |                      |

#### 4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы | Всего, час | Семестр 4, час |
|----------------------------|------------|----------------|
| 1                          | 2          | 3              |

|   |    |    |
|---|----|----|
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 7  | 7  |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 6  | 6  |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 6  | 6  |
| Всего:  | 19 | 19 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/<br>URL адрес   | Библиографическая ссылка  | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|--|---|---|
| 53<br>С12  | Курс общей физики: в 3 т.: учебное пособие / И. В. Савельев. - М.: Наука: Физматлит, 1977 - Т. 1: Механика. Молекулярная физика. - 1977. - 432 с.   | 84  |
| 53<br>Т76  | Курс физики: учебное пособие / Т. И. Трофимова. - 13-е изд., стер. - М.: Academia, 2007. - 558 с  | 94  |
| <a href="https://e.lanbook.com/book/440105">https://e.lanbook.com/book/440105</a><br><i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>                   | Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика: учебник для вузов / И. В. Савельев. - 20-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 436 с. - ISBN 978-5-507-52151-7.  |   |
| <a href="https://e.lanbook.com/book/507521">https://e.lanbook.com/book/507521</a><br><i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>                   | Савельев, И. В. Курс физики. В 3 томах. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика: учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. - 9-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2026. - 464 с. - ISBN 978-5-507-54344-1.   |   |
| <a href="https://e.lanbook.com/book/440198">https://e.lanbook.com/book/440198</a><br><i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>                   | Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебник для вузов / И. В. Савельев. - 16-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 320 с. - ISBN 978-5-507-50503-6. |   |
| <a href="https://znanium.com/catalog/product/470189">https://znanium.com/catalog/product/470189</a><br><i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i> | Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 1: Механика / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 560 с. ISBN 978-5-9221-1512-4.  |   |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <a href="https://znanium.com/catalog/product/470190">https://znanium.com/catalog/product/470190</a><br><i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>         | Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 2: Термодинамика и молекулярная физика / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 544 с. ISBN 978-5-9221-1514-8. |  |
| <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=470867">https://znanium.com/catalog/document?id=470867</a><br><i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i> | Иродов, И. Е. Механика. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. - 17-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2025. - 312 с. - ISBN 978-5-93208-519-6.   |  |
| <a href="https://znanium.com/catalog/product/549781">https://znanium.com/catalog/product/549781</a><br><i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>         | Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 3: Электричество / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 656 с. ISBN 978-5-9221-1643-5.                       |  |
| <a href="https://znanium.com/catalog/product/944794">https://znanium.com/catalog/product/944794</a><br><i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>         | Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие / Сивухин Д.В., - 3-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 792 с.: ISBN 5-9221-0228-1.   |  |
| <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=470883">https://znanium.com/catalog/document?id=470883</a><br><i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i> | Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. - 14-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2025. - 322 с. - ISBN 978-5-93208-520-2.   |  |
| <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=470861">https://znanium.com/catalog/document?id=470861</a><br><i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i> | Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. - 9-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2025. - 261 с. - ISBN 978-5-93208-517-2.  |  |
| <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=476087">https://znanium.com/catalog/document?id=476087</a><br><i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i> | Иродов, И. Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 17-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2026. - 434 с. - ISBN 978-5-93208-513-4.  |  |
| <a href="https://urait.ru/bcode/563653">https://urait.ru/bcode/563653</a><br><i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>                                   | Сазонов, А. Б. Ядерная физика: учебник для вузов / А. Б. Сазонов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2025. - 320 с. - ISBN 978-5-534-11829-2.   |  |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес   | Наименование                                     |
|---|--|
| <a href="https://new-science.ru/category/fizika/">https://new-science.ru/category/fizika/</a> | Интернет-журнал «Новая Наука». Раздел физика     |
| <a href="https://openedu.ru/">https://openedu.ru/</a>   | Образовательная платформа «Открытое образование» |
| <a href="https://fizikaguap.ru/">https://fizikaguap.ru/</a>                                   | Образовательный ресурс кафедры физики ГУАП       |
| <a href="https://lms.guap.ru">https://lms.guap.ru</a>   | Система дистанционного обучения ГУАП             |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п            | Наименование |
|------------------|--------------|
| Не предусмотрено |              |

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п            | Наименование |
|------------------|--------------|
| Не предусмотрено |              |

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы  | Номер аудитории   |
|-------|--|---|
| 1     | Учебная аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.<br>Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования. | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-01 |
| 2     | Учебная аудитория для практических занятий, занятий  | 196135, г. Санкт-   |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.<br>Оснащение: специализированная мебель; лабораторное оборудование: ПЭВМ-19шт., объединённых в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет. | Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №33-08                  |
| 3 | Учебная аудитория для лабораторных занятий.<br>Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; вакуумная установка УВРИ-2 для напыления различных материалов                                      | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-07 |

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств            |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Зачет                        | Список вопросов;<br>Тесты;<br>Задачи. |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции     | Характеристика сформированных компетенций  |
|------------------------|--|
| 5-балльная шкала       |  |
| «отлично»<br>«зачтено» | Обучающийся:<br>– глубоко и всесторонне усвоил программный материал;<br>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;<br>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;<br>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– свободно владеет системой специализированных понятий.<br>– правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**. |
| «хорошо»<br>«зачтено»  | Обучающийся:<br>– твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;<br>– не допускает существенных неточностей;<br>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;<br>– аргументирует научные положения;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– владеет системой специализированных понятий.<br>– правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.   |

| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций   |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала                      |   |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.</li> </ul> |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> <li>– правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.</li> </ul>   |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п                           | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|---------------------------------|--|----------------|
| Учебным планом не предусмотрено |  |                |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета   | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| 1     | Сформулируйте принципы системного анализа научной статьи по физике полупроводниковых наногетероструктур. Опишите критерии оценки достоверности экспериментальных данных, приведенных авторами.                  | УК-1.У.2       |
| 2     | Проведите критический анализ предложенной методики измерения проводимости углеродных нанотрубок. Выявите потенциальные источники систематических погрешностей и предложите пути их устранения.                  | УК-1.У.2       |
| 3     | Сравните возможности методов оптической спектроскопии и растровой электронной микроскопии для исследования геометрических параметров наночастиц. Обоснуйте выбор метода для экспресс-анализа.                   | УК-1.У.2       |
| 4     | На основе анализа литературных данных по квантовому выходу квантовых точек CdSe предложите гипотезу, объясняющую температурную зависимость интенсивности их люминесценции.                                      | УК-1.У.2       |
| 5     | Оцените полноту и непротиворечивость исходных данных в задаче моделирования теплопроводности тонких пленок, если известны только их геометрические размеры и температура подложки. Каких параметров не хватает? | УК-1.У.2       |

|    |  |          |
|----|--|----------|
| 6  | Примените специализированный пакет (например, GNU Octave) для фильтрации высокочастотного шума в экспериментальном спектре комбинационного рассеяния наноструктурированного кремния. Опишите алгоритм.   | УК-1.В.1 |
| 7  | Используя цифровые инструменты визуализации данных (Python, библиотека Matplotlib), постройте трехмерный график распределения потенциала в квантовой яме. Обоснуйте выбор шага сетки.  | УК-1.В.1 |
| 8  | Продемонстрируйте навыки синтеза информации: составьте сводную аналитическую таблицу физических свойств различных аллотропных модификаций углерода на основе данных из трех независимых реферативных баз.  | УК-1.В.1 |
| 9  | Разработайте блок-схему системного подхода к решению инженерной задачи снижения деградации параметров полупроводникового лазера в процессе непрерывной эксплуатации.   | УК-1.В.1 |
| 10 | Выполните математическую обработку массива данных вольтамперных характеристик нанодиода Шоттки с использованием метода наименьших квадратов для определения высоты барьера.  | УК-1.В.1 |
| 11 | Назовите основные виды материальных, временных и технологических ресурсов, необходимых для проведения лабораторного синтеза коллоидных наночастиц золота методом химического восстановления.   | УК-2.3.1 |
| 12 | Сформулируйте ключевые ограничения (физические, экономические и экологические), накладываемые на процесс промышленного производства кремниевых интегральных микросхем по технологии 5 нм.  | УК-2.3.1 |
| 13 | Перечислите стандарты и правовые нормы (включая экологическое законодательство РФ), регулирующие утилизацию отходов, содержащих токсичные тяжелые металлы (например, свинец или кадмий), в nanoиндустрии.  | УК-2.3.1 |
| 14 | Определите критерии дефицитности ресурсов при реализации группового студенческого проекта по разработке датчика влажности на основе оксида графена.  | УК-2.3.1 |
| 15 | Какие патентно-правовые ограничения необходимо учитывать перед публикацией подробного описания новой технологии создания наноструктурированных солнечных элементов в открытой печати?  | УК-2.3.1 |
| 16 | Обоснуйте выбор оптимального метода эпитаксиального роста (молекулярно-лучевая эпитаксия против газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений) для создания высококачественных лазерных гетероструктур GaAs/AlGaAs с учетом ограничений по бюджету. | УК-2.В.2 |
| 17 | Разработайте оптимальный план-график реализации проекта по модернизации вакуумной установки магнетронного напыления, минимизируя время простоя оборудования при фиксированном штате инженеров (2 человека).  | УК-2.В.2 |
| 18 | Предложите инженерное решение для стабилизации температуры подложки в процессе термического напыления тонких пленок металлов в условиях жесткого ограничения на потребляемую мощность системы охлаждения.  | УК-2.В.2 |
| 19 | Выберите наиболее эффективный способ измерения толщины диэлектрической нанопленки (эллипсометрия, профилометрия или АСМ) для контроля качества продукции на конвейерном производстве с точки зрения производительности.                                      | УК-2.В.2 |

|    |   |          |
|----|---|----------|
| 20 | Решите задачу оптимизации распределения финансовых средств между закупкой нового измерительного оборудования и обучением персонала лаборатории спектроскопии для максимизации точности будущих измерений.   | УК-2.В.2 |
| 21 | Опишите, как исторические особенности формирования национальных научных школ в области прикладной физики (в Германии, России, США) повлияли на подходы к стандартизации технической документации.           | УК-5.3.1 |
| 22 | Раскройте содержание концепции технологического детерминизма и оцените её применимость к анализу современных этических дискуссий вокруг развития наномедицины.  | УК-5.3.1 |
| 23 | Изложите историю развития международной системы защиты интеллектуальной собственности и проанализируйте философские различия в восприятии авторского права в европейской и азиатской культурах.             | УК-5.3.1 |
| 24 | Охарактеризуйте мифологические и этические корни концепции «серой слизи» (grey goo) Э. Дрекслера и её влияние на общественные страхи и государственную политику в отношении нанотехнологий в конце XX века. | УК-5.3.1 |
| 25 | Объясните, как исторически сложившееся разделение на фундаментальную (академическую) и прикладную (индустриальную) науку определяет структуру управления современными междисциплинарными проектами.         | УК-5.3.1 |
| 26 | Проанализируйте исторические предпосылки перехода от индивидуальных лабораторных исследований к концепции во второй половине XX века на примере создания ОИЯИ или ЦЕРН.                                     | УК-5.У.1 |
| 27 | Сопоставьте исторические траектории развития полупроводниковой индустрии в США (Кремниевая долина) и Тайване (TSMC). Выделите ключевые социокультурные и государственные факторы их успеха.                 | УК-5.У.1 |
| 28 | На основе анализа научно-технических реформ в СССР после запуска Первого искусственного спутника Земли в 1957 году покажите, как внешнеполитические вызовы меняют структуру инженерного образования.        | УК-5.У.1 |
| 29 | Проведите сравнительный анализ социальных последствий перехода от микроэлектроники к нанoeлектронике с точки зрения усугубления глобального технологического неравенства («цифрового разрыва»).             | УК-5.У.1 |
| 30 | Оцените, как изменения в государственной политике финансирования науки (переход от прямого бюджетного финансирования к грантовой системе) повлияли на академическую свободу физиков-исследователей.         | УК-5.У.1 |
| 31 | Систематизируйте различия в стилях деловой коммуникации, принятия решений и управления рисками между классическими восточноазиатскими (например, японскими) и западными инженерными коллективами.           | УК-5.У.2 |
| 32 | Классифицируйте организационные культуры высокотехнологичных предприятий по критерию их отношения к производственным ошибкам и девиациям в процессе высокоточных измерений.                                 | УК-5.У.2 |
| 33 | Разработайте сопоставительную таблицу нормативных подходов к оценке безопасности наноматериалов и рисков их воздействия на человека в Европейском Союзе (регламент REACH) и США (агентство EPA).            | УК-5.У.2 |

|    |  |          |
|----|--|----------|
| 34 | Систематизируйте барьеры, возникающие при трансфере технологий из университетских физических лабораторий в коммерческий сектор производства микроэлектроники, обусловленные различиями в ценностях сторон.           | УК-5.У.2 |
| 35 | Сформулируйте принципы распределения командных ролей в мультикультурном научном консорциуме (на основе методологии Белбина) с учетом национальных особенностей участников.   | УК-5.У.2 |
| 36 | Проинтерпретируйте возможные социокультурные причины разногласий в совместной российско-китайской исследовательской группе при согласовании графика работы на уникальной ростовой установке МЛЭ.                     | УК-5.В.1 |
| 37 | Опишите стратегию адаптации руководства пользователя к сложному импортному сканирующему зондовому микроскопу для российских студентов, учитывая языковые и когнитивные различия.                                     | УК-5.В.1 |
| 38 | Разработайте план ведения переговоров с зарубежными инвесторами о финансировании стартапа по производству гибких дисплеев на квантовых точках, учитывая различия в отношении к временной перспективе.                | УК-5.В.1 |
| 39 | Сформулируйте этические аргументы для разрешения спора об авторстве в научной статье, написанной международным коллективом, где вклад одного из аспирантов недооценивается руководителем из другой культурной среды. | УК-5.В.1 |
| 40 | Проанализируйте этические дилеммы, возникающие при аутсорсинге экологически грязных этапов производства полупроводниковых подложек в развивающиеся страны с мягким экологическим законодательством.                  | УК-5.В.1 |
| 41 | Сформулируйте правила организации инклюзивной образовательной среды в лаборатории физики полупроводников для студентов с различными физическими возможностями и уровнем довузовской подготовки.                      | УК-5.Д.1 |
| 42 | Проанализируйте влияние гендерного и культурного разнообразия в исследовательских группах на качество генерации инновационных инженерных идей в области нанотехнологий.  | УК-5.Д.1 |
| 43 | Обоснуйте этическую необходимость проявления уважения к альтернативным физическим гипотезам коллег в процессе научного рецензирования статей по квантовой оптике.  | УК-5.Д.1 |
| 44 | Опишите правила этичного взаимодействия исследователя с коренными народами при добыче редкоземельных металлов на их исторических территориях для нужд электронной промышленности.                                    | УК-5.Д.1 |
| 45 | Разработайте кодекс сетевого этикета для международного онлайн-сообщества разработчиков программного обеспечения для моделирования физических процессов, исключая дискриминацию.                                     | УК-5.Д.1 |
| 46 | Предложите алгоритм поиска и анализа информации о социокультурных и религиозных особенностях региона (например, стран Ближнего Востока) перед открытием там филиала лаборатории нанобиотехнологий.                   | УК-5.Д.2 |
| 47 | Опишите методы сбора социологической информации для оценки восприятия обществом рисков внедрения потребительских товаров, содержащих наночастицы серебра или диоксида титана.  | УК-5.Д.2 |

|    |   |           |
|----|---|-----------|
| 48 | Укажите источники информации, необходимые инженеру для изучения особенностей патентного права и патентной этики в Японии перед подачей международной заявки на конструкцию полупроводникового лазера.           | УК-5.Д.2  |
| 49 | Как использовать данные международных социологических баз (например, исследований Хофстеде) для подготовки российской делегации физиков к совместным работам во французском синхротронном центре ESRF?          | УК-5.Д.2  |
| 50 | Предложите методику анализа публикационной активности и академической репутации потенциальных зарубежных партнеров для исключения сотрудничества с «хищническими» издательствами и псевдонаучными фондами.      | УК-5.Д.2  |
| 51 | Проанализируйте вклад лауреатов Нобелевской премии Ж. И. Алферова, Н. Г. Басова и А. М. Прохорова в мировую квантовую электронику. Как их наследие используется в современном инженерном образовании в России?  | УК-5.Д.3  |
| 52 | Оцените значение сохранения исторических научных приборов (например, первых советских электронных микроскопов) как памятников науки и техники для формирования профессиональной идентичности молодых инженеров. | УК-5.Д.3  |
| 53 | Сформулируйте правила цитирования исторических научных трудов и патентов прошлых поколений исследователей, обеспечивающие уважение к их приоритету и предотвращающие непреднамеренный плагиат.                  | УК-5.Д.3  |
| 54 | Рассмотрите проблему утилизации промышленных отходов с точки зрения ответственности инженера перед будущими поколениями за сохранение природного и культурного наследия планеты.                                | УК-5.Д.3  |
| 55 | Опишите, как организация музейных пространств и мемориальных зон внутри университетов способствует трансляции ценностей уважения к отечественной истории науки и техники.                                       | УК-5.Д.3  |
| 56 | Объясните экономический смысл понятия «альтернативная стоимость» на примере выбора между модернизацией вакуумной установки и покупкой нового оптического спектрометра.  | УК-10.3.1 |
| 57 | Охарактеризуйте структуру постоянных и переменных затрат чистой зоны полупроводникового производства. Какие статьи расходов зависят от объема выпуска пластин?  | УК-10.3.1 |
| 58 | Опишите экономическую природу монополии на рынке высокотехнологичного оборудования на примере компании ASML (производство EUV-литографов) и её влияние на мировое ценообразование микросхем.                    | УК-10.3.1 |
| 59 | Что такое амортизация научного оборудования (например, просвечивающего электронного микроскопа стоимостью 80 млн руб.) и как метод её начисления влияет на себестоимость разового измерения?                    | УК-10.3.1 |
| 60 | Объясните концепцию отрицательных внешних эффектов в экономике на примере бесконтрольного выброса углеродных нанотрубок в сточные воды промышленного предприятия.   | УК-10.3.1 |
| 61 | Рассчитайте простой срок окупаемости системы регенерации жидкого гелия стоимостью 3 млн рублей для лаборатории низкотемпературной физики, если годовая экономия на закупках гелия составляет 600 тыс. рублей.   | УК-10.У.1 |

|    |  |           |
|----|--|-----------|
| 62 | Проведите технико-экономическое сравнение вариантов: покупка собственного дифрактометра за 12 млн руб. или аренда времени на дифрактометре в Центре коллективного пользования (ЦКП) по цене 3000 руб./час. | УК-10.У.1 |
| 63 | Оцените финансовые риски проекта по выпуску датчиков газов на основе оксида олова при росте стоимости расходных материалов (драгметаллов для контактов) на 25%. Проведите анализ чувствительности.         | УК-10.У.1 |
| 64 | Подготовьте экономическое обоснование целесообразности автоматизации процесса контроля толщины напыляемых пленок (установки лазерного эллипсометра in-situ) по критерию снижения процента брака.           | УК-10.У.1 |
| 65 | Проанализируйте экономические последствия зависимости производства отечественных светодиодов от импорта подложек из сапфира. Предложите меры по диверсификации поставок.                                   | УК-10.У.1 |
| 66 | Используя показатели чистой приведенной стоимости (NPV) и внутренней нормы доходности (IRR), выберите оптимальный проект внедрения новой технологии эпитаксии квантово-размерных структур.                 | УК-10.В.1 |
| 67 | Продемонстрируйте владение методологией анализа затрат и выгод при обосновании перехода лаборатории на энергосберегающие климатические системы класса очистки ISO 5.                                       | УК-10.В.1 |
| 68 | Разработайте бизнес-модель инновационного стартапа по нанесению износостойких нанокompозитных покрытий на металлорежущий инструмент с использованием шаблона Lean Canvas.                                  | УК-10.В.1 |
| 69 | Опишите методы хеджирования финансовых рисков, связанных с колебаниями цен на золото и платину, используемые в качестве катализаторов при химическом осаждении углеродных наноматериалов.                  | УК-10.В.1 |
| 70 | Выполните задачу оптимального распределения годового бюджета R&D подразделения приборного завода между поддержкой текущей линейки датчиков и долгосрочной разработкой сенсоров на плазмонах.               | УК-10.В.1 |
| 71 | Запишите одномерное стационарное уравнение Шрёдингера для частицы в бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме шириной $L$ и назовите физический смысл квантования энергии.                       | ОПК-1.3.1 |
| 72 | Сформулируйте закон Брэгга-Вульфа для дифракции рентгеновских лучей на кристаллической решетке и объясните физическую причину исчезновения некоторых дифракционных максимумов.                             | ОПК-1.3.1 |
| 73 | Опишите физический механизм баллистического переноса заряда в нанопроводниках и сформулируйте формулу Ландауэра-Буттикера для квантования проводимости.  | ОПК-1.3.1 |
| 74 | Объясните термодинамическую причину снижения температуры плавления металлических наночастиц по сравнению с объемным металлом (эффект Гиббса-Томсона).  | ОПК-1.3.1 |
| 75 | Сформулируйте уравнения Максвелла для диэлектрической среды и объясните физическую природу возбуждения поверхностных плазмон-поляритонов на границе раздела металл-диэлектрик.                             | ОПК-1.3.1 |
| 76 | Вычислите энергию основного состояния ( $n=1$ ) электрона в квантовой яме GaAs шириной 10 нм. Считайте яму бесконечно глубокой, а эффективную массу электрона равной $0,067m_0$ .                          | ОПК-1.У.1 |

|    |   |           |
|----|---|-----------|
| 77 | С помощью формулы Дебая-Шеррера оцените средний размер кристаллов $\text{TiO}_2$ , если полуширина дифракционного пика на угле $2\theta = 25,3^\circ$ составляет $\beta=0,4^\circ$ (0,00698 рад), а длина волны излучения $\lambda = 0,154$ нм ( $K=0,9$ ). | ОПК-1.У.1 |
| 78 | Рассчитайте коэффициент прозрачности прямоугольного потенциального барьера высотой 1 эВ и шириной 2 нм для электрона с энергией 0,5 эВ.   | ОПК-1.У.1 |
| 79 | Решите уравнение теплопроводности для полупроводниковой нанопроволоки кремния радиусом 20 нм с постоянным внутренним источником тепла, учитывая размерный эффект снижения теплопроводности.   | ОПК-1.У.1 |
| 80 | Определите резонансную частоту локализованного плазмонного резонанса сферической наночастицы золота в вакууме, используя модель Друде для диэлектрической проницаемости золота.   | ОПК-1.У.1 |
| 81 | Разработайте схему экспериментальной установки и методику измерения температурной зависимости удельного сопротивления тонких полупроводниковых пленок методом Ван-дер-Пау.  | ОПК-1.В.1 |
| 82 | Составьте план проведения эксперимента по подтверждению эффекта квантового размерного ограничения в полупроводниковых квантовых точках CdSe спектроскопическими методами.   | ОПК-1.В.1 |
| 83 | Опишите методику прецизионного измерения толщины диэлектрической нанопленки диоксида кремния на кремниевой подложке методом многоугловой спектральной эллипсометрии.  | ОПК-1.В.1 |
| 84 | На основе анализа экспериментального КР-спектра графена (соотношения интенсивностей пиков 2D и G) определите количество слоев графена и степень дефектности структуры.  | ОПК-1.В.1 |
| 85 | Предложите теоретическую модель и методику её численной подгонки для спектра отражения многослойного интерференционного диэлектрического зеркала с целью оптимизации толщин слоев.  | ОПК-1.В.1 |
| 86 | Опишите особенности обеспечения безопасности данных в операционной системе Astra Linux (в частности, мандатный контроль доступа PARSEC) при проектировании топологии ИС.  | ОПК-2.3.1 |
| 87 | Объясните принцип работы асимметричного шифрования (например, алгоритма RSA) и его роль в обеспечении безопасной передачи данных между научно-исследовательскими центрами.  | ОПК-2.3.1 |
| 88 | Перечислите ключевые требования информационной безопасности и технические меры, необходимые для защиты автоматизированных систем управления (SCADA) технологическими реакторами CVD.  | ОПК-2.3.1 |
| 89 | Сформулируйте назначение и опишите механизм работы хэш-функций (например, SHA-256) при контроле целостности больших массивов экспериментальных данных и дистрибутивов физического ПО.   | ОПК-2.3.1 |
| 90 | Каковы правовые и технические требования к защите персональных данных (в соответствии с ФЗ-152) при разработке и эксплуатации вузовских научно-образовательных информационных систем?   | ОПК-2.3.1 |
| 91 | Напишите скрипт на языке Python, который импортирует сырые данные сканирования АСМ из файла CSV, вычитает среднюю плоскость для выравнивания подложки и строит 3D-топографию.   | ОПК-2.У.1 |
| 92 | Примените методы численного интегрирования (например, метод Симпсона) в пакете GNU Octave для расчета концентрации носителей заряда в двумерной квантовой яме по известной функции распределения.   | ОПК-2.У.1 |

|     |  |           |
|-----|--|-----------|
| 93  | Разработайте схему реляционной базы данных (в СУБД SQLite или PostgreSQL) для учета кремниевых пластин, химических реактивов и истории обслуживания вакуумного оборудования в лаборатории.         | ОПК-2.У.1 |
| 94  | Используя систему контроля версий Git, опишите порядок действий и команды для разрешения конфликта слияния (merge conflict) в совместном LaTeX-файле научной статьи по фотонике.                   | ОПК-2.У.1 |
| 95  | Напишите программу в Matlab или Python, автоматизирующую аппроксимацию экспериментального спектра фотолюминесценции функцией Гаусса с выводом энергии пика и его полуширины (FWHM).                | ОПК-2.У.1 |
| 96  | Продемонстрируйте настройку защищенного SSH-туннеля с авторизацией по открытому и закрытому ключам для удаленного доступа к суперкомпьютерному кластеру молекулярной динамики.                     | ОПК-2.В.1 |
| 97  | Создайте автоматизированный bash/python скрипт резервного копирования баз данных измерений, обеспечивающий шифрование архивов перед их отправкой в локальное облачное хранилище.                   | ОПК-2.В.1 |
| 98  | Примените библиотеку Pandas (Python) для очистки, фильтрации и агрегации 10-гигабайтного массива данных с датчиков температуры эпитаксиального реактора с целью выявления периодов нестабильности. | ОПК-2.В.1 |
| 99  | Реализуйте цифровой фильтр (например, Баттерворта) для устранения сетевой помехи 50 Гц из слабого сигнала туннельного тока сканирующего туннельного микроскопа (СТМ).                              | ОПК-2.В.1 |
| 100 | Разработайте конфигурационный план создания изолированной виртуальной сети (VLAN) лаборатории для физического отделения управляющих ПК чистой зоны от общей Wi-Fi сети университета.               | ОПК-2.В.1 |
| 101 | Изложите структуру и основные правила оформления отчетов о научно-исследовательской работе (НИР) в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 7.32.   | ОПК-3.3.1 |
| 102 | В чем заключаются принципиальные различия между разделами «Результаты» (Results) и «Обсуждение» (Discussion) в структуре научной статьи по физике полупроводников для высокорейтингового журнала?  | ОПК-3.3.1 |
| 103 | Опишите основные требования к оформлению математических формул, обозначению физических величин в системе СИ и представлению графического материала в отечественных и зарубежных изданиях.          | ОПК-3.3.1 |
| 104 | Какова структура описания изобретения или полезной модели при подаче патентной заявки в Роспатент, и какие требования предъявляются к составлению формулы изобретения?                             | ОПК-3.3.1 |
| 105 | Сформулируйте этические правила публикации научных результатов: требования к авторству (COPE), недопустимость самоплагиата и дублирующих публикаций, раскрытие конфликта интересов.                | ОПК-3.3.1 |
| 106 | Составьте аннотацию (Abstract) к техническому отчету по разработке высокоэффективного фотодетектора на основе квантовых точек InGaAs/GaAs, отражающую актуальность, методы и ключевые параметры.   | ОПК-3.У.1 |
| 107 | Оформите в редакторе LaTeX сложный фрагмент математического вывода волновой функции электрона в двойной квантовой яме с использованием многоэтажных дробей и вложенных индексов.                   | ОПК-3.У.1 |
| 108 | Преобразуйте экспериментальные данные рентгеновской дифракции (сырой текстовый файл) в векторный график публикационного качества, оформив оси, единицы измерения, погрешности и легенду.           | ОПК-3.У.1 |

|     |  |           |
|-----|--|-----------|
| 109 | Напишите аргументированный ответ на критическое замечание рецензента статьи, сомневающегося в точности измерения толщины оксидной пленки методом эллипсометрии.  | ОПК-3.У.1 |
| 110 | Сформулируйте раздел «Заключение» (Conclusions) для отчета по теме «Синтез графена методом CVD на медной фольге», отразив количественные достижения, степень дефектности и перспективы применения.     | ОПК-3.У.1 |
| 111 | Продемонстрируйте владение библиографическим менеджером (например, Zotero или Mendeley) для автоматической генерации списка литературы в стиле ГОСТ Р 7.0.5.   | ОПК-3.В.1 |
| 112 | Сформируйте полный пакет документов (заявку) на конкурс научных проектов Российского научного фонда (РНФ), включая разделы научной новизны, плана работ и ожидаемых результатов.                       | ОПК-3.В.1 |
| 113 | Разработайте дизайн и структуру научного постера (формат А0) для презентации результатов исследования плазмонных наночастиц на международной конференции, оптимизировав баланс текста и графики.       | ОПК-3.В.1 |
| 114 | Выполните формальное рецензирование черновика статьи коллеги по лаборатории, выявив несоответствия ГОСТам, логические пропуски в описании эксперимента и ошибки в оформлении графиков.                 | ОПК-3.В.1 |
| 115 | Составьте Техническое задание (ТЗ) на разработку автоматизированного измерительного стенда вольтамперных характеристик нанодиодов в соответствии с ГОСТ 19.201.  | ОПК-3.В.1 |
| 116 | Сопоставьте физические основы, глубину анализа и разрешение методов рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и вторично-ионной масс-спектрометрии (ВИМС) для профилирования гетероструктур.  | ПК-6.3.3  |
| 117 | Объясните, как метод рентгеновской дифракции высокого разрешения (HRXRD) применяется для прецизионного определения упругих напряжений, состава и толщины сверхтонких эпитаксиальных слоев InGaAs/GaAs. | ПК-6.3.3  |
| 118 | Опишите метод спектроскопии фотолюминесценции и покажите, как он позволяет обнаруживать точечные дефекты, флуктуации ширины квантовых ям и оценивать кристаллическое качество наноструктур.            | ПК-6.3.3  |
| 119 | В чем заключается физическая сущность метода сканирующей туннельной спектроскопии (СТС), и как с его помощью визуализируют локальную плотность электронных состояний (LDOS) наноматериалов?            | ПК-6.3.3  |
| 120 | Объясните физический принцип спектроскопической эллипсометрии. Как параметры Psi и Delta используются для расчета оптических констант и диэлектрической проницаемости тонких пленок?                   | ПК-6.3.3  |
| 121 | Обоснуйте выбор метода неразрушающего контроля для определения толщины и химического состава квантовой ямы InGaAs толщиной 5 нм, скрытой под защитным слоем GaAs толщиной 50 нм.                       | ПК-6.У.1  |
| 122 | Выберите оптимальный диагностический метод для измерения концентрации и подвижности свободных носителей заряда в тонком сильнокомпенсированном слое AlGaAs р-типа проводимости.                        | ПК-6.У.1  |
| 123 | Предложите физический метод и средство контроля для in-situ мониторинга качества поверхности и послойного роста пленки непосредственно в процессе молекулярно-пучковой эпитаксии.                      | ПК-6.У.1  |

|     |   |          |
|-----|---|----------|
| 124 | Выберите диагностический прибор для быстрого и однозначного подтверждения наличия однослойного графена на кремниевой подложке без разрушения самого углеродного слоя.                 | ПК-6.У.1 |
| 125 | Рекомендуйте комплекс методов диагностики для оценки плотности дислокаций и оптического качества пластины GaN на кремнии, предназначенной для изготовления ярких зеленых светодиодов. | ПК-6.У.1 |

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы |
|-------|--|
|       | Учебным планом не предусмотрено  |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов  | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| 1     | Какой из этапов критического анализа научной публикации по физике наноматериалов является первоочередным для оценки применимости результатов?<br>1) Проверка форматирования списка литературы по ГОСТ;<br>2) Анализ соответствия использованных методов измерений поставленным задачам;<br>3) Подсчет количества авторов статьи;<br>4) Перевод аннотации на иностранный язык.<br>Ключ: 2  | УК-1.У.2       |
| 2     | Что является главным признаком недостоверности экспериментального спектра люминесценции полупроводниковых наночастиц в статье?<br>1) Отсутствие шума на графике при экстремально низких концентрациях вещества;<br>2) Наличие симметричной формы пика;<br>3) Использование шкалы длин волн вместо шкалы энергий;<br>4) Публикация результатов в черно-белом формате.<br>Ключ: 1   | УК-1.У.2       |
| 3     | При анализе статьи обнаружено расхождение между расчетной и экспериментальной теплопроводностью нанопленки. Что из этого указывает на некорректность модели?<br>1) Авторы использовали классическое уравнение Фурье без учета баллистического транспорта фононов;<br>2) В эксперименте поддерживался высокий вакуум;<br>3) Моделирование проводилось на языке Python, а не в Matlab;<br>4) Толщина пленки измерялась в нанометрах.<br>Ключ: 1 | УК-1.У.2       |

|   |  |          |
|---|--|----------|
| 4 | <p>Какое утверждение о точности АСМ-изображения поверхности наноструктурированного диэлектрика является критически верным?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) АСМ всегда показывает истинный рельеф независимо от радиуса кривизны острия зонда;</li> <li>2) Артефакты изображения могут возникать из-за свертки геометрии острия зонда и нанобъекта;</li> <li>3) Наличие диэлектрических свойств полностью исключает возможность получения АСМ-скана;</li> <li>4) Измерения на воздухе точнее, чем в сверхвысоком вакууме.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | УК-1.У.2 |
| 5 | <p>Вам необходимо оценить возможность синтеза графена методом CVD. Какое из исходных условий задачи является избыточным для термодинамического анализа процесса?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Температура в реакционной зоне;</li> <li>2) Парциальное давление газов-предшественников;</li> <li>3) Цвет кварцевой трубки реактора;</li> <li>4) Тип используемой каталитической подложки.</li> </ol> <p>Ключ: 3</p>  | УК-1.У.2 |
| 6 | <p>Какой цифровой инструмент в Python наиболее эффективен для аппроксимации экспериментальных точек физического эксперимента полиномиальной зависимостью?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Функция <code>numpy.polyfit()</code>;</li> <li>2) Метод <code>pandas.DataFrame.head()</code>;</li> <li>3) Оператор <code>matplotlib.pyplot.show()</code>;</li> <li>4) Функция <code>math.sin()</code>.</li> </ol> <p>Ключ: 1</p>   | УК-1.В.1 |
| 7 | <p>Какая встроенная функция Octave/Matlab используется для быстрого преобразования Фурье при спектральном анализе зашумленного сигнала фототока?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <code>fft()</code>;</li> <li>2) <code>plot()</code>;</li> <li>3) <code>det()</code>;</li> <li>4) <code>inv()</code>.</li> </ol> <p>Ключ: 1</p>  | УК-1.В.1 |
| 8 | <p>При анализе фазового состава нанопорошка диоксида титана из реферативной базы данных получен XML-файл. С помощью какого средства его наиболее быстро структурировать?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Графический редактор GIMP;</li> <li>2) Библиотека ElementTree в Python;</li> <li>3) Текстовый редактор Блокнот вручную;</li> <li>4) Программа 7-Zip.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | УК-1.В.1 |
| 9 | <p>В каком формате предпочтительнее хранить и обрабатывать большие массивы экспериментальных точек (более 1 млн строк) для обеспечения высокой скорости чтения в скриптах анализа?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <code>.docx</code> (Microsoft Word);</li> <li>2) <code>.parquet</code> или <code>.hdf5</code>;</li> <li>3) <code>.txt</code> без разделителей;</li> <li>4) <code>.pdf</code>.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-1.В.1 |

|    |   |          |
|----|---|----------|
| 10 | <p>Какой математический пакет предпочтительно использовать для быстрого решения систем дифференциальных уравнений Шредингера при квантово-механическом моделировании наноструктур?</p> <p>1) MS PowerPoint;<br/> 2) GNU Octave / MATLAB;<br/> 3) Adobe Acrobat Reader;<br/> 4) CorelDRAW.</p> <p>Ключ: 2</p>  | УК-1.В.1 |
| 11 | <p>Что относится к временным ограничениям при планировании научно-исследовательского проекта по нанотехнологиям?</p> <p>1) Стоимость килограмма кремния;<br/> 2) Срок действия государственной лицензии на работу с прекурсорами;<br/> 3) Директивный срок сдачи научного отчета по гранту;<br/> 4) Мощность вакуумного насоса установки.</p> <p>Ключ: 3</p>  | УК-1.В.1 |
| 12 | <p>Какой ресурс является ключевым и незаменимым при эпитаксиальном выращивании сверхчистых пленок GaAs методом молекулярно-лучевой эпитаксии?</p> <p>1) Вода из-под крана;<br/> 2) Сверхвысокий вакуум внутри ростовой камеры;<br/> 3) Естественное освещение лаборатории;<br/> 4) Сжатый воздух низкого давления.</p> <p>Ключ: 2</p>   | УК-2.3.1 |
| 13 | <p>Согласно законодательству РФ, к какому классу опасности относится большинство нанопорошков тяжелых металлов из-за их высокой химической активности и площади поверхности?</p> <p>1) К малоопасным веществам;<br/> 2) К практически неопасным;<br/> 3) К высокоопасным или чрезвычайно опасным (из-за способности проникать через мембраны клеток);<br/> 4) Класс опасности наноматериалов законодательно не регулируется.</p> <p>Ключ: 3</p> | УК-2.3.1 |
| 14 | <p>При оценке бюджета проекта закупки АСМ-микроскопа, какие затраты относятся к скрытым операционным ограничениям (ресурсам)?</p> <p>1) Стоимость самого микроскопа у дилера;<br/> 2) Затраты на периодическую закупку расходных материалов (кантилеверов) и амортизацию антивибрационного стола;<br/> 3) Стоимость доставки коробки транспортной компанией;<br/> 4) Затраты на печать инструкции пользователя.</p> <p>Ключ: 2</p>              | УК-2.3.1 |

|    |  |          |
|----|--|----------|
| 15 | <p>Какое юридическое ограничение накладывает Патентный закон РФ на изобретение в области нанотехнологий до момента подачи официальной заявки на патент?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Запрет на устное обсуждение идеи внутри коллектива;</li> <li>2) Утрата новизны изобретения в случае его раскрытия в открытой публикации или докладе на конференции;</li> <li>3) Обязательная уплата пошлины за проведение мысленного эксперимента;</li> <li>4) Требование согласования идеи с Министерством культуры.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | УК-2.3.1 |
| 16 | <p>Перед инженером стоит задача измерить шероховатость поверхности кремниевой пластины после полировки с субнанометровым разрешением. Какой метод является оптимальным по критерию «точность/сохранение структуры»?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Механический профилометр с алмазной иглой;</li> <li>2) Растровый электронный микроскоп без напыления проводящего слоя;</li> <li>3) Атомно-силовая микроскопия (АСМ) в полуконтактном режиме;</li> <li>4) Оптический металлографический микроскоп.</li> </ol> <p>Ключ: 3</p>  | УК-2.В.2 |
| 17 | <p>В условиях ограниченного финансирования (бюджет урезан на 50%) необходимо организовать контроль толщины получаемых пленок металлов. Какое решение наиболее рационально?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Покупка б/у спектрального эллипсометра премиум-класса;</li> <li>2) Калибровка скорости напыления по времени работы источника с использованием кварцевого микровзвешивания (дешевый датчик);</li> <li>3) Отказ от контроля толщины пленок;</li> <li>4) Аренда просвечивающего электронного микроскопа в другой стране.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>                             | УК-2.В.2 |
| 18 | <p>При планировании графика работы на установке магнетронного напыления возник конфликт: двум исследователям требуется вакуумная камера одновременно. Какое решение оптимально по системному критерию?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Отмена обеих работ до конца недели;</li> <li>2) Составление посменного графика работы (утро/вечер) с учетом технологического времени откачки камеры;</li> <li>3) Проведение напыления двух разных материалов одновременно в одном цикле;</li> <li>4) Решение спора путем жеребьевки без учета технологического цикла.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | УК-2.В.2 |
| 19 | <p>При проектировании чистой зоны полупроводникового производства возник дефицит электроэнергии. Какую систему жизнеобеспечения допускается временно перевести в экономичный режим без риска брака пластин?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Систему ламинарной приточной вентиляции и многоступенчатой фильтрации воздуха;</li> <li>2) Систему освещения вспомогательных коридоров и офисных зон;</li> <li>3) Контур охлаждения деионизованной воды для промывки пластин;</li> <li>4) Вакуумные шлюзы загрузки роботов-манипуляторов.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>                        | УК-2.В.2 |

|    |   |          |
|----|---|----------|
| 20 | <p>Какое решение является наиболее обоснованным при выборе поставщика сверхчистых газов для газофазной эпитаксии, если один поставщик предлагает цену на 15% ниже, но не гарантирует чистоту газа выше 99.99%?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Выбрать дешевого поставщика для экономии средств;</li> <li>2) Выбрать поставщика с гарантированной чистотой 99.9999% (электронный класс), так как примеси в 0.01% полностью разрушат полупроводниковую структуру;</li> <li>3) Купить дешевый газ и попытаться очистить его бытовыми фильтрами;</li> <li>4) Отказаться от использования газов и заменить их дистиллированной водой.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | УК-2.В.2 |
| 21 | <p>Какое историческое обстоятельство оказало наибольшее влияние на жесткую регламентацию и стандартизацию немецкой инженерной школы (стандарты DIN) в конце XIX века?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Философские труды И. Канта;</li> <li>2) Необходимость обеспечения взаимозаменяемости деталей на заводах Пруссии для военных нужд;</li> <li>3) Развитие книгопечатания в Майнце;</li> <li>4) Открытие первого университета в Гейдельберге.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-5.3.1 |
| 22 | <p>Какое философское утверждение наиболее точно отражает концепцию «технологического детерминизма» в развитии наноэлектроники?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Технологии развиваются исключительно под влиянием случайных открытий;</li> <li>2) Развитие технологий является главным движущим фактором социальных изменений и структуры общества;</li> <li>3) Общество полностью контролирует направление развития физических наук;</li> <li>4) Физические законы меняются со временем под воздействием культуры.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | УК-5.3.1 |
| 23 | <p>В чем заключается фундаментальное различие в отношении к интеллектуальной собственности между классическим европейским правом и традиционной культурой стран Восточной Азии?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) В Азии патенты выдаются пожизненно;</li> <li>2) В восточной традиции копирование мастера исторически рассматривалось как знак уважения и форма обучения, а не кража;</li> <li>3) В Европе запрещено патентовать физические приборы;</li> <li>4) В Азии нет понятия государственной регистрации изобретений.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-5.3.1 |
| 24 | <p>Что понимается под термином «серая слизь» (grey goo) в контексте научно-этических дискуссий о нанотехнологиях?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Отходы гальванического производства полупроводников;</li> <li>2) Гипотетический сценарий конца света, при котором неуправляемые самореплицирующиеся нанороботы поглощают всю биомассу Земли;</li> <li>3) Суспензия наночастиц серебра в деионизованной воде;</li> <li>4) Сплав индия и галлия для создания жидких контактов.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | УК-5.3.1 |

|    |  |          |
|----|--|----------|
| 25 | <p>Какое историческое событие закрепило доминирование концепции линейной связи между фундаментальной наукой и коммерческими технологиями (модель В. Буша)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Публикация отчета «Наука — бесконечная граница» в США в 1945 году;</li> <li>2) Открытие первого закона термодинамики;</li> <li>3) Создание Парижской академии наук;</li> <li>4) Запуск первого коммерческого транзистора компанией Texas Instruments.</li> </ol> <p>Ключ: 1</p>   | УК-5.3.1 |
| 26 | <p>Что является главным отличительным признаком проектов класса «Мегасайнс» (Megascience) по физике элементарных частиц?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Использование исключительно отечественного финансирования;</li> <li>2) Уникальные дорогостоящие исследовательские установки, требующие объединения финансовых и интеллектуальных ресурсов многих государств;</li> <li>3) Проведение измерений только при комнатной температуре;</li> <li>4) Отсутствие публикаций результатов в открытом доступе.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>         | УК-5.У.1 |
| 27 | <p>Какой социокультурный фактор сыграл важнейшую роль в формировании уникальной модели контрактного производства микросхем TSMC на Тайване в конце 1980-х годов?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Высокая стоимость аренды земли;</li> <li>2) Государственная поддержка возвращения высококлассных китайско-американских инженеров и строгая конфуцианская дисциплина труда;</li> <li>3) Отсутствие конкуренции со стороны японских компаний;</li> <li>4) Ориентация исключительно на внутренний рынок электроники.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | УК-5.У.1 |
| 28 | <p>Какое изменение в системе образования СССР и США произошло в результате «Спутникового кризиса» 1957 года?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Закрытие кафедр теоретической физики;</li> <li>2) Резкое увеличение государственного финансирования школьного и вузовского образования в области естественных наук и математики (STEM);</li> <li>3) Введение обязательного изучения латинского языка инженерами;</li> <li>4) Запрет на международные контакты ученых.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-5.У.1 |
| 29 | <p>Какое явление описывает термин «глобальный цифровой разрыв» (digital divide) в контексте развития нанотехнологий?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Разница в скорости работы процессоров в разных странах;</li> <li>2) Неравенство в доступе к благам нанотехнологий и возможностям их разработки между развитыми и развивающимися странами;</li> <li>3) Разделение программного обеспечения на коммерческое и свободное;</li> <li>4) Различия в диаметрах кремниевых пластин, используемых на разных фабриках.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | УК-5.У.1 |

|    |  |          |
|----|--|----------|
| 30 | <p>Какое следствие для физиков-исследователей имело широкое распространение грантовой системы финансирования (вместо сметной) в конце XX века?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Полное исчезновение отчетов о НИР;</li> <li>2) Необходимость постоянного обоснования прикладной значимости исследований и ориентация на краткосрочные измеримые показатели (индексы цитирования);</li> <li>3) Пожизненное закрепление рабочих мест за всеми научными сотрудниками;</li> <li>4) Запрет на покупку импортного оборудования за счет грантов.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | УК-5.У.1 |
| 31 | <p>Какой стиль принятия решений характерен для традиционной японской инженерной культуры (система «ринги»)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Единоличное авторитарное решение руководителя проекта без обсуждения;</li> <li>2) Консенсусное групповое принятие решений «снизу вверх» с длительным согласованием на всех уровнях;</li> <li>3) Принятие решений путем открытого голосования акционеров;</li> <li>4) Передача права принятия решений сторонним консультантам.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | УК-5.У.2 |
| 32 | <p>Как в рамках современной культуры качества «Бережливое производство» (Lean) трактуется возникновение единичного брака при литографии?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Как повод для немедленного увольнения оператора установки;</li> <li>2) Как ценный источник информации о несовершенстве технологического процесса, требующий анализа первопричин (метод «5 почему»);</li> <li>3) Как неизбежное явление, не требующее фиксации в журналах;</li> <li>4) Как коммерческая тайна предприятия, скрываемая от аудиторов.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>              | УК-5.У.2 |
| 33 | <p>Какое ключевое требование регламента REACH ЕС необходимо учитывать при экспорте полимерных композитов с углеродными нанотрубками в Европу?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Обязательное указание цвета упаковки;</li> <li>2) Регистрация и оценка безопасности каждого химического вещества (включая наноформы), импортируемого в объеме более 1 тонны в год;</li> <li>3) Использование только европейских транспортных компаний;</li> <li>4) Сертификация исходного сырья на соответствие стандартам ISO 9001.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>                       | УК-5.У.2 |

|    |  |          |
|----|--|----------|
| 34 | <p>Какое несовпадение ценностных ориентиров чаще всего препятствует успешному трансферу технологий из университета на коммерческое предприятие?</p> <p>1) Университеты стремятся к максимальной коммерциализации, а бизнес — к фундаментальным публикациям;</p> <p>2) Ученые ориентированы на открытую публикацию результатов (приоритет в науке), а бизнес — на сохранение коммерческой тайны (ноу-хау);</p> <p>3) Физики используют систему СИ, а инженеры на заводах — дюймовую систему;</p> <p>4) Различие в графике работы (университеты работают только летом).</p> <p>Ключ: 2</p> | УК-5.У.2 |
| 35 | <p>Какая роль по Белбину критически важна в международной научной группе для доведения результатов длительных измерений параметров полупроводниковых наноструктур до оформления итогового отчета?</p> <p>1) Мотиватор (Шейпер);</p> <p>2) Педант / Завершитель (Completer Finisher);</p> <p>3) Исследователь ресурсов;</p> <p>4) Генератор идей.</p> <p>Ключ: 2</p>  | УК-5.У.2 |
| 36 | <p>Какое культурное различие (по Г. Хофстеде) может вызвать скрытый конфликт в группе, состоящей из немецких и российских физиков, при планировании экспериментов?</p> <p>1) Различия в росте участников;</p> <p>2) Различный уровень «избегания неопределенности» и отношение к детальному планированию и жесткому следованию регламентам;</p> <p>3) Использование разных физических констант;</p> <p>4) Разное отношение к использованию вычислительной техники.</p> <p>Ключ: 2</p>  | УК-5.В.1 |
| 37 | <p>При переводе инструкции к АСМ-микроскопу с английского на русский язык термин «feedback loop gain» был переведен дословно как «прибыль петли обратной связи». Почему этот перевод некорректен для российского инженера?</p> <p>1) Слово «прибыль» является коммерческим термином, в физике и теории автоматического управления устоялся термин «коэффициент усиления»;</p> <p>2) В российских микроскопах нет обратной связи;</p> <p>3) Термин должен переводиться как «потери обратной связи»;</p> <p>4) Этот термин вообще не подлежит переводу.</p> <p>Ключ: 1</p>                 | УК-5.В.1 |
| 38 | <p>Вам предстоит встреча с деловыми партнерами из Южной Кореи для обсуждения проекта по OLED-материалам. Какое поведение с вашей стороны будет воспринято как крайнее неуважение к их культуре?</p> <p>1) Презентация материалов в электронном виде;</p> <p>2) Обращение к младшему инженеру по имени в обход старшего руководителя делегации и пренебрежение иерархией;</p> <p>3) Предложение обсудить технические детали до начала обеда;</p> <p>4) Использование английского языка при общении.</p> <p>Ключ: 2</p>  | УК-5.В.1 |

|    |  |          |
|----|--|----------|
| 39 | <p>В международном коллективе возник спор: зарубежный соавтор требует убрать из списка авторов статьи российского аспиранта, выполнявшего рутинные измерения на АСМ. Какое решение будет этически и профессионально верным?</p> <p>1) Согласиться, так как мнение зарубежного коллеги приоритетно для публикации;</p> <p>2) Обосновать вклад аспиранта (получение критически важных экспериментальных данных, без которых статья невозможна) и настоять на его соавторстве в соответствии с правилами COPE;</p> <p>3) Убрать аспиранта, но выплатить ему денежную компенсацию;</p> <p>4) Опубликовать статью в отечественном журнале без соавторов.</p> <p>Ключ: 2</p> | УК-5.В.1 |
| 40 | <p>Какое явление описывает перенос экологически вредных производств наночастиц в страны с низкими экологическими стандартами?</p> <p>1) Технологический экспорт;</p> <p>2) Экологический демпинг (или «экспорт загрязнения»);</p> <p>3) Диверсификация производства;</p> <p>4) Глобальная интеграция науки.</p> <p>Ключ: 2</p>   | УК-5.В.1 |
| 41 | <p>Какое действие руководителя физической лаборатории демонстрирует толерантное отношение к разнообразию бэкграунда новых сотрудников?</p> <p>1) Отказ от проведения вводных инструктажей для экономии времени;</p> <p>2) Организация дополнительных адаптационных семинаров по методам вакуумных измерений для выпускников других вузов;</p> <p>3) Требование от всех сотрудников мгновенной демонстрации одинаковых практических навыков;</p> <p>4) Исключение из работы сотрудников, допустивших первую ошибку.</p> <p>Ключ: 2</p>  | УК-5.Д.1 |
| 42 | <p>Что является подтвержденным преимуществом междисциплинарного и кросс-культурного разнообразия в коллективе разработчиков квантовых датчиков?</p> <p>1) Снижение затрат на заработную плату;</p> <p>2) Расширение спектра подходов к решению нестандартных физических задач и снижение риска группового мышления (groupthink);</p> <p>3) Ускорение составления финансовых отчетов;</p> <p>4) Упрощение прохождения проверок контролирующими органами.</p> <p>Ключ: 2</p>   | УК-5.Д.1 |
| 43 | <p>Как должен поступить этичный рецензент статьи, если автор предлагает оригинальную интерпретацию фотоэффекта в наноструктурах, расходящуюся с личной теорией рецензента?</p> <p>1) Написать отрицательный отзыв без детального разбора работы;</p> <p>2) Оценить логическую строгость аргументации автора, отсутствие математических ошибок и достоверность эксперимента, не навязывая свою точку зрения;</p> <p>3) Потребовать от автора включить рецензента в соавторы статьи;</p> <p>4) Затянуть процесс рецензирования на неопределенный срок.</p> <p>Ключ: 2</p>  | УК-5.Д.1 |

|    |  |          |
|----|--|----------|
| 44 | <p>Какое действие нанотехнологической компании при закупке неодима в развивающейся стране соответствует принципам «этичного сорсинга» (ethical sourcing)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Закупка сырья через посредников по максимально низкой цене без проверок;</li> <li>2) Контроль отсутствия детского труда на шахтах поставщика и справедливой оплаты труда местных рабочих;</li> <li>3) Требование снизить экологические налоги в регионе добычи;</li> <li>4) Скрытая транспортировка руды без таможенного оформления.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-5.Д.1 |
| 45 | <p>Какое поведение на международном форуме разработчиков СБИС (сверхбольших интегральных схем) является примером конструктивной научной толерантности?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Игнорирование любых замечаний в свой адрес;</li> <li>2) Корректная аргументированная дискуссия по техническим аспектам без перехода на личности и высмеивания ошибок собеседника;</li> <li>3) Коллективное осуждение участников, использующих устаревшие версии ПО;</li> <li>4) Использование национального сленга для затруднения понимания оппонентами.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-5.Д.1 |
| 46 | <p>Какой инструмент наиболее надежен для инженера при анализе культурных особенностей и индексов деловой среды (например, дистанции власти) новой страны-партнера по НИОКР?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Путеводители для туристов;</li> <li>2) Аналитические отчеты и база данных геокультурных исследований Geert Hofstede Insights;</li> <li>3) Отзывы на развлекательных форумах;</li> <li>4) Художественная литература XIX века.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-5.Д.2 |
| 47 | <p>При подготовке презентации о безопасности использования углеродных нанотрубок в авиационных композитах для широкой общественности, какую культурную особенность восприятия важно учесть?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Публика лучше воспринимает сложные дифференциальные уравнения теплопроводности;</li> <li>2) Неподготовленная аудитория склонна к иррациональному восприятию слова «нано» как скрытой угрозы, поэтому требуется простая визуализация и аналогии с природными объектами;</li> <li>3) Широкая публика всегда доверяет научным терминам без объяснений;</li> <li>4) Презентацию необходимо проводить только на английском языке.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | УК-5.Д.2 |

|    |   |          |
|----|---|----------|
| 48 | <p>Где содержится наиболее достоверная и актуальная информация о процедуре подачи международной патентной заявки (система РСТ) на изобретение в области нанотехнологий?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) На форумах патентных поверенных;</li> <li>2) На официальном сайте Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO);</li> <li>3) В Википедии;</li> <li>4) В учебниках по экономике общего профиля.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | УК-5.Д.2 |
| 49 | <p>Вы планируете научную стажировку во Франции. Изучение какого культурного аспекта по системе Хофстеде поможет вам правильно выстроить отношения с руководителем французской лаборатории?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Индекс маскулинности;</li> <li>2) Индекс дистанции власти (Power Distance Index), который во Франции исторически выше, чем в скандинавских странах, что требует соблюдения формальной субординации;</li> <li>3) Отношение к спорту;</li> <li>4) Уровень урбанизации региона.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>                       | УК-5.Д.2 |
| 50 | <p>Какой признак из перечисленных однозначно указывает на то, что зарубежный научный журнал является «хищническим» (predatory journal)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Журнал издается в США или Великобритании;</li> <li>2) Обещание быстрой публикации (за 2–5 дней) без реального рецензирования при условии обязательной оплаты статьи автором;</li> <li>3) Наличие жестких требований к оформлению формул;</li> <li>4) Публикация статей только по физике полупроводников.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | УК-5.Д.2 |
| 51 | <p>Открытие какого физического явления Ж. И. Алферовым легло в основу создания полупроводниковых лазеров для волоконно-оптических линий связи?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Эффект Холла в сильных магнитных полях;</li> <li>2) Явление двойного ограничения (электронного и оптического) в полупроводниковых гетероструктурах;</li> <li>3) Эффект Ганна;</li> <li>4) Высокотемпературная сверхпроводимость.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-5.Д.3 |
| 52 | <p>Почему сохранение и демонстрация первых отечественных установок вакуумного напыления УВН важны для подготовки будущих инженеров?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) На них до сих пор выгодно производить современные микросхемы;</li> <li>2) Они наглядно демонстрируют преемственность инженерной мысли и служат материальным воплощением истории отечественного приборостроения;</li> <li>3) Они занимают мало места в лабораториях;</li> <li>4) Их детали можно использовать для ремонта современных импортных установок.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | УК-5.Д.3 |

|    |  |           |
|----|--|-----------|
| 53 | <p>При написании введения к статье по плазмонике вы ссылаетесь на классическую работу Дж. К. Максвелла 1873 года. Как это характеризует вашу научную этику?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Как неумение искать современные статьи;</li> <li>2) Как проявление уважения к первоисточнику фундаментальных законов электродинамики и признание преемственности научных знаний;</li> <li>3) Как попытку искусственно увеличить объем библиографии;</li> <li>4) Как нарушение правил цитирования (нельзя ссылаться на работы старше 10 лет).</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-5.Д.3  |
| 54 | <p>С точки зрения концепции устойчивого развития (Sustainable Development), какую ответственность несет инженер-разработчик новых литий-ионных аккумуляторов с кремниевыми нанододами?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ответственность за минимизацию себестоимости любой ценой;</li> <li>2) Ответственность за проектирование полного жизненного цикла изделия, включая экологически безопасную утилизацию и рециклинг тяжелых металлов;</li> <li>3) Ответственность за продажу максимального количества аккумуляторов;</li> <li>4) Ответственность перед акционерами за сокрытие информации о токсичности компонентов.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | УК-5.Д.3  |
| 55 | <p>Что является основной целью создания Аллеи славы или портретной галереи выдающихся ученых в холлах ГУАП?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Декоративное оформление пустых стен;</li> <li>2) Формирование у студентов чувства сопричастности к великим научным достижениям университета и воспитание уважения к академическому наследию;</li> <li>3) Подготовка к проверкам министерства;</li> <li>4) Размещение рекламы научных направлений для абитуриентов.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-5.Д.3  |
| 56 | <p>Предприятие решило направить свободные 10 млн рублей на закупку чистых металлов для испарителей вместо разработки нового дизайна фотошаблонов. Что в данном случае выступает «альтернативной стоимостью» (opportunity cost)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 10 млн рублей наличными;</li> <li>2) Упущенная выгода от внедрения нового дизайна фотошаблонов, который мог бы снизить процент брака на производстве;</li> <li>3) Стоимость закупленных чистых металлов на рынке;</li> <li>4) Заработная плата инженеров-разработчиков.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | УК-10.3.1 |
| 57 | <p>Какая статья затрат нанотехнологического научно-производственного центра относится к ПЕРЕМЕННЫМ расходам?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Оплата аренды здания лаборатории;</li> <li>2) Затраты на кремниевые пластины-подложки и мишени для напыления, расходуемые прямо пропорционально количеству выпускаемых чипов;</li> <li>3) Оклад начальника чистой зоны;</li> <li>4) Амортизационные отчисления по зданию института.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-10.3.1 |

|    |   |           |
|----|---|-----------|
| 58 | <p>Компания ASML является единственным в мире производителем литографических систем экстремального ультрафиолета (EUV). Какую рыночную структуру представляет данный сегмент рынка?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Совершенная конкуренция;</li> <li>2) Чистая монополия;</li> <li>3) Монополистическая конкуренция;</li> <li>4) Олигопсония.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | УК-10.3.1 |
| 59 | <p>Какой метод амортизации аналитического оборудования (например, АСМ) позволяет списать большую часть его стоимости в первые годы эксплуатации, когда риск морального устаревания прибора максимален?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Линейный метод;</li> <li>2) Метод ускоренной амортизации (например, уменьшаемого остатка);</li> <li>3) Списание стоимости пропорционально объему выполненных сканирований;</li> <li>4) Амортизация научного оборудования не производится.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | УК-10.3.1 |
| 60 | <p>Как в экономике называется ситуация, когда нанотехнологическое предприятие сбрасывает токсичные наночастицы в реку, нанося ущерб рыбному хозяйству без выплаты компенсаций?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Положительный внешний эффект;</li> <li>2) Отрицательный внешний эффект (негативная экстерналия);</li> <li>3) Трансакционные издержки;</li> <li>4) Предельная полезность.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-10.3.1 |
| 61 | <p>Каков простой срок окупаемости (РР) модернизации вакуумного затвора установки напыления стоимостью 200 тыс. руб., если она позволяет экономить за счет сокращения времени откачки 50 тыс. руб. в год?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 0,25 года;</li> <li>2) 4 года;</li> <li>3) 10 лет;</li> <li>4) 2 года.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | УК-10.У.1 |
| 62 | <p>Лаборатории необходимо провести 100 часов рентгеноструктурного анализа в год. Что экономически выгоднее: купить собственный б/у дифрактометр (стоимость владения и обслуживания 500 тыс. руб./год) или заказать измерения в ЦКП по цене 4000 руб./час?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Выгоднее купить собственный прибор;</li> <li>2) Выгоднее воспользоваться услугами ЦКП (затраты 400 тыс. руб. против 500 тыс. руб. на содержание);</li> <li>3) Варианты экономически равнозначны;</li> <li>4) Выгоднее полностью отказаться от проведения анализа.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | УК-10.У.1 |

|    |   |           |
|----|---|-----------|
| 63 | <p>В смете проекта по разработке сенсоров заложена стоимость платиновых электродов в размере 100 тыс. руб. При анализе чувствительности выяснилось, что цена платины выросла на 30%. На сколько увеличится общий бюджет проекта, если исходный общий бюджет составлял 1 млн руб.?</p> <p>1) На 30%;<br/> 2) На 3% (30 тыс. руб. от 1 млн руб.);<br/> 3) Бюджет не изменится;<br/> 4) На 10%.</p> <p>Ключ: 2</p>   | УК-10.У.1 |
| 64 | <p>Какое экономическое обоснование является ключевым при внедрении дорогой автоматической системы дозирования газов в эпитаксиальном реакторе?</p> <p>1) Улучшение внешнего вида установки;<br/> 2) Снижение брака пластин из-за человеческого фактора с 15% до 1%, что полностью окупает систему за первые полгода эксплуатации;<br/> 3) Повышение квалификации операторов;<br/> 4) Соответствие дизайна установки современным трендам.</p> <p>Ключ: 2</p>   | УК-10.У.1 |
| 65 | <p>При анализе рисков цепочки поставок выяснилось, что единственный завод по выпуску мишеней для магнетронного напыления находится в зоне высокого сейсмического риска. Какое решение инженера-менеджера будет экономически обоснованным?</p> <p>1) Игнорировать риск до наступления землетрясения;<br/> 2) Провести квалификацию альтернативного поставщика (даже по цене на 5% выше) и создать резервный запас мишеней на складе на 3 месяца;<br/> 3) Срочно продать установку напыления;<br/> 4) Перейти на технологию химического осаждения из газовой фазы.</p> <p>Ключ: 2</p> | УК-10.У.1 |
| 66 | <p>Какой инвестиционный проект по производству солнечных батарей на основе перовскитов следует выбрать инвестору по критерию максимизации дисконтированного дохода?</p> <p>1) Проект с <math>NPV = -1,5</math> млн руб., <math>IRR = 5\%</math>;<br/> 2) Проект с <math>NPV = +3,2</math> млн руб., <math>IRR = 24\%</math> (при ставке дисконтирования 12%);<br/> 3) Проект с <math>NPV = 0</math>, <math>IRR = 12\%</math>;<br/> 4) Проект, не требующий расчета дисконтирования.</p> <p>Ключ: 2</p>  | УК-10.В.1 |
| 67 | <p>При проведении анализа «затраты-выгоды» (СВА) для установки системы рециркуляции воды в гальваническом цехе, что относится к КОСВЕННЫМ выгодам проекта?</p> <p>1) Прямая экономия на счетах за водоснабжение;<br/> 2) Снижение экологических штрафов и улучшение репутации бренда компании как экологически ответственного производителя;<br/> 3) Затраты на покупку новых фильтров;<br/> 4) Заработная плата обслуживающего персонала.</p> <p>Ключ: 2</p>   | УК-10.В.1 |

|    |   |           |
|----|---|-----------|
| 68 | <p>В каком блоке шаблона Lean Canvas стартапа по производству мембран для очистки воды на основе наноструктурированных полимеров следует отразить уникальное отличие технологии от существующих фильтров обратного осмоса?</p> <p>1) Каналы продаж;<br/> 2) Уникальное ценностное предложение (Unique Value Proposition);<br/> 3) Структура расходов;<br/> 4) Ключевые метрики.<br/> Ключ: 2</p>  | УК-10.В.1 |
| 69 | <p>Предприятие закупает золото для напыления контактов на сумму 500 тыс. долларов ежегодно. Какой инструмент позволяет зафиксировать цену закупки на год вперед для защиты от инфляции драгметаллов?</p> <p>1) Обычный банковский вклад;<br/> 2) Форвардный контракт (хеджирование) на покупку золота по фиксированной цене;<br/> 3) Кредит под залог оборудования;<br/> 4) Покупка золота мелкими партиями в ломбардах.<br/> Ключ: 2</p>   | УК-10.В.1 |
| 70 | <p>Как распределить бюджет R&amp;D научно-технического центра электроники с точки зрения долгосрочной выживаемости на рынке нанодатчиков?</p> <p>1) 100% на улучшение текущего продукта для максимизации прибыли прямо сейчас;<br/> 2) 100% на фундаментальные теоретические исследования без коммерческих целей;<br/> 3) Оптимальный баланс (например, 70% на улучшение текущих продуктов, 20% на прикладные разработки новых линеек, 10% на поисковые фундаментальные НИР);<br/> 4) Распределить весь бюджет на рекламу и маркетинг.<br/> Ключ: 3</p> | УК-10.В.1 |
| 71 | <p>Как зависит расстояние между соседними энергетическими уровнями электрона в бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме от её ширины <math>L</math>?</p> <p>1) Увеличивается прямо пропорционально <math>L</math>;<br/> 2) Уменьшается обратно пропорционально квадрату ширины ямы (<math>1/L^2</math>);<br/> 3) Не зависит от размеров ямы;<br/> 4) Увеличивается пропорционально <math>L^3</math>.<br/> Ключ: 2</p>  | ОПК-1.3.1 |
| 72 | <p>При рентгеноструктурном анализе кристалла получено дифракционное отражение первого порядка (<math>\theta=14,3^\circ</math>) при длине волны <math>\lambda=0,154</math> нм. Каково межплоскостное расстояние <math>d</math> кристаллической решетки (считать <math>\sin 14,3^\circ=0,247</math>)?</p> <p>1) 0,154 нм;<br/> 2) 0,312 нм (по формуле <math>d=\lambda/(2\sin\theta)</math>);<br/> 3) 0,624 нм;<br/> 4) 0,077 нм.<br/> Ключ: 2</p>  | ОПК-1.3.1 |

|    |  |           |
|----|--|-----------|
| 73 | <p>Что происходит с квантовой проводимостью (conductance) металлического нанопроводника при уменьшении его диаметра до размеров, сопоставимых с длиной волны де Бройля электрона?</p> <p>1) Проводимость непрерывно падает до нуля по линейному закону Ома;</p> <p>2) Проводимость изменяется дискретно, принимая значения, кратные кванту проводимости <math>G_0=2e^2/h</math>;</p> <p>3) Проводимость стремится к бесконечности (сверхпроводимость при любой температуре);</p> <p>4) Проводимость начинает хаотически флуктуировать без закономерности.</p> <p>Ключ: 2</p> | ОПК-1.3.1 |
| 74 | <p>Какова основная физическая причина резкого снижения температуры плавления металлических наночастиц при уменьшении их диаметра менее 10 нм?</p> <p>1) Резкое увеличение доли поверхностных атомов, имеющих избыточную свободную энергию и меньшее число связей по сравнению с атомами в объеме;</p> <p>2) Увеличение плотности кристаллической решетки;</p> <p>3) Рост работы выхода электрона;</p> <p>4) Падение диэлектрической проницаемости.</p> <p>Ключ: 1</p>  | ОПК-1.3.1 |
| 75 | <p>Какое условие является необходимым для возбуждения поверхностных плазмон-поляритонов на плоской границе раздела двух сред?</p> <p>1) Обе среды должны быть идеальными диэлектриками;</p> <p>2) Действительные части диэлектрических проницаемостей сред должны иметь противоположные знаки (интерфейс металл-диэлектрик);</p> <p>3) Температура границы раздела должна быть близка к абсолютному нулю;</p> <p>4) Свет должен падать строго перпендикулярно границе раздела.</p> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-1.3.1 |
| 76 | <p>Какова энергия основного состояния электрона в квантовой яме GaAs шириной 10 нм при эффективной массе <math>m^*=0,067m_0</math>? (Принять <math>\hbar=1,054\cdot 10^{-34}</math> Дж·с, <math>m_0=9,1\cdot 10^{-31}</math> кг, <math>1\text{ эВ}=1,6\cdot 10^{-19}</math> Дж).</p> <p>1) ~5,6 мэВ;</p> <p>2) ~56 мэВ (по формуле <math>E_1=\pi^2\hbar^2/(2m^*L^2)</math>);</p> <p>3) ~560 мэВ;</p> <p>4) ~0,56 мэВ.</p> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-1.У.1 |
| 77 | <p>При рентгеновском исследовании наночастиц TiO<sub>2</sub> полуширина дифракционного пика на угле <math>\theta=12,65^\circ</math> составила <math>\beta=0,007</math> рад. Чему равен средний размер нанокристаллитов по формуле Дебая-Шеррера при <math>\lambda=0,154</math> нм и <math>K=0,9</math>? (Принять <math>\cos 12,65^\circ \approx 0,976</math>).</p> <p>1) ~20,3 нм (по формуле <math>D=0,9\lambda/(\beta\cos\theta)</math>);</p> <p>2) ~2,03 нм;</p> <p>3) ~203 нм;</p> <p>4) ~50,5 нм.</p> <p>Ключ: 1</p>  | ОПК-1.У.1 |

|    |  |           |
|----|--|-----------|
| 78 | <p>Коэффициент прозрачности прямоугольного барьера для электрона равен <math>10^{-4}</math>. Как изменится коэффициент прозрачности при увеличении ширины барьера в 2 раза при сохранении его высоты и энергии частицы?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Уменьшится в 2 раза (станет <math>0,5 \cdot 10^{-4}</math>);</li> <li>2) Уменьшится экспоненциально (станет равным <math>(10^{-4})^2 = 10^{-8}</math>);</li> <li>3) Не изменится;</li> <li>4) Увеличится до <math>10^{-2}</math>.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-1.У.1 |
| 79 | <p>Как изменяется решеточная теплопроводность кремниевой нанопроволоки при уменьшении её диаметра ниже средней длины свободного пробега фононов (<math>\sim 100</math> нм при 300 К)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Линейно возрастает из-за упорядочения структуры;</li> <li>2) Существенно снижается из-за интенсивного рассеяния фононов на границах нанопроволоки;</li> <li>3) Остается постоянной и равной теплопроводности объемного кремния;</li> <li>4) Стремится к нулю по закону Стефана-Больцмана.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-1.У.1 |
| 80 | <p>Каково условие Фрелиха для резонансного плазмонного поглощения сферической металлической наночастицы в среде с диэлектрической проницаемостью <math>\epsilon_m</math>, если проницаемость металла описывается как <math>\epsilon(\omega) = \epsilon'(\omega) + i\epsilon''(\omega)</math>?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>\epsilon'(\omega) = -\epsilon_m</math>;</li> <li>2) <math>\epsilon'(\omega) = -2\epsilon_m</math>;</li> <li>3) <math>\epsilon'(\omega) = \epsilon_m</math>;</li> <li>4) <math>\epsilon'(\omega) = -3\epsilon_m</math>.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | ОПК-1.У.1 |
| 81 | <p>Какое ключевое преимущество имеет четырехзондовый метод измерения сопротивления тонких нанопленок (метод Ван-дер-Пау) по сравнению с двухзондовым методом?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Измерения можно проводить при комнатной температуре;</li> <li>2) Исключается влияние переходного сопротивления контактов зонд-пленка на результат измерения;</li> <li>3) Метод не требует использования вольтметра;</li> <li>4) Метод позволяет измерять только круглые образцы.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-1.В.1 |
| 82 | <p>Какое изменение в оптическом спектре поглощения коллоидного раствора квантовых точек CdSe однозначно доказывает уменьшение их среднего размера?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Смещение края поглощения в длинноволновую область («красный сдвиг»);</li> <li>2) Смещение экситонного пика поглощения в коротковолновую область («синий сдвиг») из-за расширения запрещенной зоны;</li> <li>3) Полное исчезновение пиков поглощения;</li> <li>4) Потемнение раствора без изменения спектра.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-1.В.1 |

|    |   |           |
|----|---|-----------|
| 83 | <p>Какой параметр оптической модели нанопленки диэлектрика подгоняется в первую очередь при анализе экспериментальных эллипсометрических углов <math>\Psi</math> и <math>\Delta</math>?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Плотность материала подложки;</li> <li>2) Комплексный показатель преломления <math>n \sim n + ik</math> и толщина пленки <math>d</math>;</li> <li>3) Температура окружающей среды;</li> <li>4) Угол падения пучка лазера с точностью до градусов.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-1.В.1 |
| 84 | <p>Какое соотношение интенсивностей пиков 2D и G в спектре комбинационного рассеяния света (Raman) характерно для высококачественного однослойного бездефектного графена?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>I_{2D}/I_G \approx 0,5</math>;</li> <li>2) <math>I_{2D}/I_G &gt; 2</math> при полном отсутствии пика D (<math>\sim 1350 \text{ см}^{-1}</math>);</li> <li>3) <math>I_{2D}/I_G \approx 1</math>;</li> <li>4) Интенсивность пика G должна быть равна нулю.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-1.В.1 |
| 85 | <p>Какое физическое допущение лежит в основе метода трансфер-матрицы, используемого для расчета и подгонки спектров отражения многослойных наноразмерных покрытий?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Световая волна является некогерентной на всех интерфейсах;</li> <li>2) Границы раздела между слоями считаются идеально плоскими и резкими, а распространение волны описывается уравнениями Максвелла с плоскими границами;</li> <li>3) Показатели преломления всех слоев одинаковы;</li> <li>4) Влиянием поглощения света в металлах можно полностью пренебречь.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | ОПК-1.В.1 |
| 86 | <p>Какой механизм безопасности в ОС Astra Linux отвечает за разграничение доступа пользователей к файлам с разной степенью конфиденциальности?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Межсетевой экран;</li> <li>2) Мандатный контроль доступа (MAC) в составе подсистемы PARSEC;</li> <li>3) Симметричное шифрование файлов;</li> <li>4) Двухфакторная аутентификация.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-2.3.1 |
| 87 | <p>Какое математическое допущение лежит в основе надежности асимметричного алгоритма шифрования RSA?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Сложность нахождения корней квадратного уравнения;</li> <li>2) Вычислительная сложность факторизации произведения двух больших простых чисел;</li> <li>3) Быстрота вычисления тригонометрических функций;</li> <li>4) Стабильность работы генератора случайных чисел.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-2.3.1 |

|    |   |           |
|----|---|-----------|
| 88 | <p>Какая мера является первоочередной для защиты управляющего компьютера эпитаксиальной установки от внешних кибератак?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Регулярное обновление игровых драйверов;</li> <li>2) Полное физическое отключение ПК управления установкой от внешней сети Интернет (организация «воздушного зазора»);</li> <li>3) Установка бесплатного архиватора;</li> <li>4) Использование сложных паролей для экранной заставки.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-2.3.1 |
| 89 | <p>Что произойдет со значением хэш-суммы SHA-256 файла базы данных измерений, если в нем изменить всего один бит информации (эффект лавины)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Хэш-сумма изменится ровно на один символ;</li> <li>2) Хэш-сумма полностью и непредсказуемо изменится;</li> <li>3) Хэш-сумма останется прежней;</li> <li>4) Файл заблокируется операционной системой.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-2.3.1 |
| 90 | <p>Какое требование Федерального закона № 152-ФЗ обязана соблюдать научно-образовательная организация при хранении баз данных с личными сведениями студентов?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Хранить базы только в распечатанном виде;</li> <li>2) Размещать персональные данные граждан РФ исключительно на серверах, физически расположенных на территории РФ;</li> <li>3) Передавать пароли пользователей в открытом текстовом формате;</li> <li>4) Публиковать список паспортов студентов на главной странице сайта.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | ОПК-2.3.1 |
| 91 | <p>Какая библиотека Python используется для быстрого преобразования матриц высот АСМ-изображения и вычитания фоновой плоскости?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Requests;</li> <li>2) NumPy;</li> <li>3) BeautifulSoup;</li> <li>4) Urllib.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-2.У.1 |
| 92 | <p>Какая встроенная функция пакета GNU Octave служит для численного интегрирования таблично заданных экспериментальных данных методом трапеций?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) trapz();</li> <li>2) plot();</li> <li>3) diff();</li> <li>4) solve().</li> </ol> <p>Ключ: 1</p>   | ОПК-2.У.1 |
| 93 | <p>Какой тип связи (relationship) следует установить в базе данных между таблицей «Пластины» и таблицей «Процессы напыления», если на одной пластине может проводиться несколько последовательных напылений?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Один к одному (One-to-One);</li> <li>2) Один ко многим (One-to-Many);</li> <li>3) Многие ко многим (Many-to-Many);</li> <li>4) Связь устанавливать не требуется.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-2.У.1 |

|    |   |           |
|----|---|-----------|
| 94 | <p>С помощью какой команды в системе контроля версий Git можно переключить рабочую копию проекта на новую ветку для написания раздела статьи по фотонике?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) git commit;</li> <li>2) git checkout (или git switch);</li> <li>3) git init;</li> <li>4) git push.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-2.У.1 |
| 95 | <p>Какая функция библиотеки Scipy (Python) наиболее эффективна для аппроксимации (подгонки) экспериментального спектра люминесценции теоретической кривой Гаусса?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) scipy.optimize.curve_fit;</li> <li>2) scipy.linalg.solve;</li> <li>3) scipy.integrate.quad;</li> <li>4) scipy.signal.detrend.</li> </ol> <p>Ключ: 1</p>   | ОПК-2.У.1 |
| 96 | <p>Для чего используется пара ключей (открытый и закрытый) при настройке SSH-соединения с вычислительным сервером?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Открытый ключ хранится у пользователя, закрытый — на сервере;</li> <li>2) Открытый ключ копируется на сервер, а закрытый (приватный) хранится у пользователя и служит для расшифровки и подписи сессии без передачи пароля по сети;</li> <li>3) Оба ключа должны передаваться провайдеру связи;</li> <li>4) Ключи используются для шифрования монитора пользователя.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | ОПК-2.В.1 |
| 97 | <p>Какая утилита Linux наиболее эффективна для создания зашифрованного архива резервной копии директории с научными измерениями перед отправкой на сервер?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ls;</li> <li>2) tar в сочетании с утилитой шифрования gpg;</li> <li>3) chmod;</li> <li>4) ping.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-2.В.1 |
| 98 | <p>Какая конструкция библиотеки Pandas (Python) позволяет быстро сгруппировать данные датчиков CVD-реактора по дням и вычислить среднюю температуру процесса?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) df.groupby(pd.Grouper(key='Date', freq='D')).mean();</li> <li>2) df.sort_values('Date');</li> <li>3) df.head(10);</li> <li>4) df.dropna().</li> </ol> <p>Ключ: 1</p>  | ОПК-2.В.1 |
| 99 | <p>Какой тип цифрового фильтра следует применить для подавления периодического дрейфа базовой линии спектра без искажения формы узких спектральных пиков?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Фильтр низких частот (ФНЧ);</li> <li>2) Высокочастотный фильтр (ФВЧ) с очень низкой частотой среза (или медианный фильтр);</li> <li>3) Усилитель сигнала;</li> <li>4) Полосовой фильтр на частоту 50 Гц.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-2.В.1 |

|     |   |           |
|-----|---|-----------|
| 100 | <p>Что обеспечивает технология VLAN при сетевой интеграции научного оборудования в университете?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Увеличение физической скорости передачи данных по кабелю;</li> <li>2) Логическое разделение локальной сети на изолированные сегменты на уровне коммутатора для предотвращения несанкционированного доступа к приборам;</li> <li>3) Автоматический перевод текстов инструкций;</li> <li>4) Беспроводное питание датчиков.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>                                   | ОПК-2.В.1 |
| 101 | <p>Какое требование к оформлению формул в отчете по НИР является обязательным согласно ГОСТ 7.32?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Формулы должны быть написаны от руки синими чернилами;</li> <li>2) Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами в круглых скобках у правого края листа;</li> <li>3) Номер формулы должен стоять перед самой формулой;</li> <li>4) Все формулы в отчете должны быть цветными.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-3.3.1 |
| 102 | <p>Какая информация должна содержаться в разделе «Обсуждение» (Discussion) качественной научной статьи по прикладной физике?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Сырые таблицы со всеми точками измерений;</li> <li>2) Сопоставление полученных результатов с ранее опубликованными работами других авторов, объяснение физических механизмов явлений и ограничений метода;</li> <li>3) Список благодарностей фондам и коллегам;</li> <li>4) Биографии авторов статьи.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>                          | ОПК-3.3.1 |
| 103 | <p>Какое сокращение единицы измерения давления в системе СИ (Паскаль) оформлено верно в русскоязычном отчете по НИР?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) па.;</li> <li>2) Па (без точки на конце, за исключением конца предложения);</li> <li>3) ПАск.;</li> <li>4) паскалей (всегда полностью).</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-3.3.1 |
| 104 | <p>Что является главным юридическим элементом патентной заявки, определяющим объем правовой охраны изобретения на датчик?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Описание прототипов прибора;</li> <li>2) Формула изобретения (Claims), состоящая из независимых и зависимых пунктов;</li> <li>3) Чертеж внешнего вида в изометрии;</li> <li>4) Список цитируемой литературы.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-3.3.1 |
| 105 | <p>Какое действие автора статьи расценивается Комитетом по этике публикаций (COPE) как неэтичное поведение (самоплагиат)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ссылка на свои ранние работы в обзоре литературы;</li> <li>2) Дословное копирование крупных фрагментов текста собственного ранее опубликованного отчета или статьи без указания первоисточника;</li> <li>3) Публикация статьи в соавторстве со студентом;</li> <li>4) Перевод своей статьи на английский язык для личного архива.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | ОПК-3.3.1 |

|     |  |           |
|-----|--|-----------|
| 106 | <p>Какая фраза наиболее соответствует академическому стилю написания аннотации (Abstract) к отчету по полупроводниковым лазерам?</p> <p>1) Мы решили сделать очень крутой лазер, превосходящий все аналоги на рынке...;</p> <p>2) В данной работе представлены результаты разработки полупроводникового лазера на основе квантовых точек InGaAs/GaAs с низким пороговым током...;</p> <p>3) Наш лазер работает нормально, все графики получились красивыми...;</p> <p>4) Посмотрите на рисунок 3, там показана схема нашего отличного лазера...</p> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-3.У.1 |
| 107 | <p>Какая команда в LaTeX используется для корректного отображения знака частичной производной в уравнении Шрёдингера?</p> <p>1) /div;</p> <p>2) /partial;</p> <p>3) /delta;</p> <p>4) /grad.</p> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-3.У.1 |
| 108 | <p>Как правильно представить шкалу длин волн на графике спектра поглощения для публикации в международном журнале?</p> <p>1) Длина волны, нм;</p> <p>2) Wavelength, <math>\lambda</math> / nm (или Wavelength (nm));</p> <p>3) Длина волны в нанометрах (нм);</p> <p>4) nm.</p> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-3.У.1 |
| 109 | <p>Какой ответ рецензенту, указавшему на отсутствие оценки погрешности толщины пленки, будет профессионально корректным?</p> <p>1) Мы уверены в точности нашей установки, погрешность незначительна;</p> <p>2) Авторы признательны рецензенту за важное замечание. В пересмотренную версию статьи (стр. 4, абзац 2) внесены значения погрешности (<math>\pm 0,5</math> нм), рассчитанные на основе статистической обработки серии из 10 измерений;</p> <p>3) Погрешность измерений эллипсометра является коммерческой тайной производителя;</p> <p>4) Оценка погрешности выходит за рамки данного исследования.</p> <p>Ключ: 2</p> | ОПК-3.У.1 |
| 110 | <p>Какое утверждение в разделе «Заключение» отчета о НИР сформулировано корректно?</p> <p>1) Нам удалось успешно вырастить графен на меди, это было очень сложно...;</p> <p>2) Разработан метод CVD-синтеза графена на медной подложке, обеспечивающий получение однослойных пленок с долей дефектов по спектрам КР менее 5%...;</p> <p>3) Все задачи решены отлично, результаты превзошли наши ожидания...;</p> <p>4) Читайте подробности в разделе 4 нашего отчета.</p> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-3.У.1 |

|     |  |           |
|-----|--|-----------|
| 111 | <p>Что позволяет сделать использование интеграции библиоменеджера Zotero с текстовым процессором MS Word/Writer?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Автоматически проверять текст на орфографию;</li> <li>2) Автоматически генерировать и перестраивать список литературы при добавлении или удалении цитирований по ходу текста в соответствии с выбранным стилем ГОСТ;</li> <li>3) Рисовать графики по точкам;</li> <li>4) Искать инвесторов для проекта.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-3.В.1 |
| 112 | <p>Какой раздел является критически важным для обоснования финансирования проекта в заявке на грант РФФИ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Список публикаций руководителя за последние 30 лет;</li> <li>2) Научная новизна, четкий план работ с указанием конкретных методов исследования и ожидаемые результаты, сопоставимые с мировым уровнем;</li> <li>3) Штатное расписание бухгалтерии вуза;</li> <li>4) Описание студенческих практик.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-3.В.1 |
| 113 | <p>Каково оптимальное соотношение визуальной (графики, схемы) и текстовой информации на качественном постерном докладе для конференции?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 90% текста, 10% графиков;</li> <li>2) 40–50% графической информации и иллюстраций, 50–60% краткого структурированного текста (крупным шрифтом);</li> <li>3) Постер должен состоять только из текста статьи;</li> <li>4) Постер должен содержать только фотографии авторов и логотипы институтов.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | ОПК-3.В.1 |
| 114 | <p>При рецензировании отчета коллеги вы обнаружили, что на графиках отсутствуют подписи координатных осей. Какое замечание следует сделать?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Оставить без замечаний, так как из текста всё понятно;</li> <li>2) Указать на необходимость привести графический материал в соответствие с ГОСТ 2.105 (каждый график должен иметь четкие подписи шкал с указанием физических величин и их единиц измерения);</li> <li>3) Потребовать заменить все графики на таблицы;</li> <li>4) Потребовать удалить графики из отчета.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | ОПК-3.В.1 |
| 115 | <p>Какой обязательный подраздел Технического задания (ТЗ) по ГОСТ 19.201 определяет требования к надежности и условиям эксплуатации измерительного стенда?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Введение;</li> <li>2) Требования к техническому обеспечению (включая диапазон рабочих температур, защиту от ЭМ-помех и наработку на отказ);</li> <li>3) Порядок контроля и приемки;</li> <li>4) Список исполнителей.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>  | ОПК-3.В.1 |

|     |  |          |
|-----|--|----------|
| 116 | <p>Какой из методов диагностики позволяет получить информацию о химическом составе и зарядовом состоянии атомов на глубине до 5–10 нм без разрушения образца?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Вторично-ионная масс-спектрометрия (ВИМС);</li> <li>2) Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС);</li> <li>3) Растровая электронная микроскопия при энергии 30 кэВ;</li> <li>4) Энергодисперсионный рентгеновский анализ (ЭДХ).</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>                                       | ПК-6.3.3 |
| 117 | <p>Какое свойство эпитаксиального слоя GaAs/AlGaAs позволяет измерить рентгеновская дифракция высокого разрешения (HRXRD)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Время жизни неосновных носителей заряда;</li> <li>2) Степень упругой деформации (напряжений), толщину сверхтонких слоев и концентрацию алюминия по угловому расстоянию между пиками подложки и слоя;</li> <li>3) Коэффициент оптического поглощения;</li> <li>4) Подвижность дырок при температуре жидкого азота.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p> | ПК-6.3.3 |
| 118 | <p>Ширина пика краевой фотолюминесценции квантовой ямы GaAs при <math>T = 4 \text{ K}</math> отражает...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Скорость откачки эпитаксиального реактора;</li> <li>2) Степень однородности толщины квантовой ямы (флуктуации интерфейсов) и кристаллическое совершенство структуры;</li> <li>3) Полный объем выращенного полупроводника;</li> <li>4) Температуру плавления подложки.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>   | ПК-6.3.3 |
| 119 | <p>Какую физическую величину измеряют методом сканирующей туннельной спектроскопии (СТС) путем снятия локальных вольт-амперных характеристик (<math>dI/dV</math>)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Магнитную восприимчивость поверхности;</li> <li>2) Локальную плотность электронных состояний (LDOS) образца как функцию энергии;</li> <li>3) Коэффициент теплопроводности наноконтакта;</li> <li>4) Работу выхода электрона из золотого зонда.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>                            | ПК-6.3.3 |
| 120 | <p>Какой параметр тонкой пленки рассчитывается непосредственно из изменения состояния поляризации света (углов <math>\Psi</math> и <math>\Delta</math>) при эллипсометрии?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Плотность дислокаций в объеме;</li> <li>2) Комплексный показатель преломления <math>n \sim n + ik</math> и толщина пленки <math>d</math>;</li> <li>3) Механическое напряжение изгиба подложки;</li> <li>4) Спектр фотолюминесценции.</li> </ol> <p>Ключ: 2</p>                              | ПК-6.3.3 |

|     |   |          |
|-----|---|----------|
| 121 | <p>Необходимо определить толщину и профиль распределения концентрации индия по глубине в гетероструктуре InGaAs/GaAs с разрешением не хуже 0,5 нм. Какой метод является оптимальным разрушающим методом контроля?</p> <p>1) Оптическая микроскопия;<br/> 2) Вторично-ионная масс-спектрометрия высокого разрешения (HR-SIMS) с послойным распылением пучком ионов низкой энергии;<br/> 3) Метод Ван-дер-Пау;<br/> 4) Рентгеновская флуоресценция.</p> <p>Ключ: 2</p>                                | ПК-6.У.1 |
| 122 | <p>Для контроля концентрации и типа носителей заряда в выращенном эпитаксиальном слое кремния n-типа на изолирующей подложке следует выбрать прибор для измерения...</p> <p>1) Эффекта Холла (в геометрии Ван-дер-Пау или мостика Холла);<br/> 2) Оптического поглощения;<br/> 3) Энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС);<br/> 4) Рамановского рассеяния света.</p> <p>Ключ: 1</p>   | ПК-6.У.1 |
| 123 | <p>Какое средство контроля используется для in-situ мониторинга атомной структуры и гладкости поверхности подложки непосредственно в процессе роста слоев в камере МЛЭ?</p> <p>1) Атомно-силовой микроскоп;<br/> 2) Дифракция быстрых электронов на отражение (ДБЭ / RHEED);<br/> 3) Рентгеновский дифрактометр;<br/> 4) Просвечивающий электронный микроскоп.</p> <p>Ключ: 2</p>   | ПК-6.У.1 |
| 124 | <p>Для неразрушающего контроля однородности диаметра углеродных нанотрубок в порошке, полученном методом дугового разряда, наиболее целесообразно использовать...</p> <p>1) Механический профилометр;<br/> 2) Спектроскопию комбинационного рассеяния (Раман) по положению радиальных дыхательных мод (RBM пиков);<br/> 3) Оптический рефрактометр;<br/> 4) Инфракрасный фурье-спектрометр.</p> <p>Ключ: 2</p>  | ПК-6.У.1 |
| 125 | <p>На фабрике светодиодов необходимо отсортировать эпитаксиальные пластины InGaN/GaN по длине волны излучения до этапа резки на чипы. Какое средство контроля применимо для этой задачи?</p> <p>1) Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ);<br/> 2) Автоматизированная карта быстрой лазерной фотолюминесценции при комнатной температуре (PL mapping);<br/> 3) Измерение вольт-амперных характеристик ртутным зондом;<br/> 4) Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.</p> <p>Ключ: 2</p> | ПК-6.У.1 |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Перед каждым занятием студент обязан ознакомиться с теоретической частью по соответствующей теме, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу.

Занятие строится по схеме:

- Вводная часть: разбор преподавателем типовой задачи.
- Основная часть: индивидуальное или групповое выполнение студентами выданных вариантов заданий. Преподаватель консультирует студентов и контролирует правильность выполнения шагов.
- Заключительная часть: разбор типичных ошибок, подведение итогов, фиксация выполненной работы преподавателем.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;

– методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется по календарному учебному графику. Сроки контрольных мероприятий и сроки подведения итогов отображаются в рабочих учебных планах на семестр. Обучающийся должен выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренные на данный семестр, после чего преподаватель проставляет балльные оценки, набранные студентами по результатам текущего контроля.

Основной формой текущего контроля знаний обучающихся является устный опрос на практических занятиях. Средствами текущего контроля знаний, обучающихся могут быть: беседы преподавателя и обучающегося; контрольные вопросы и задания. Контрольное мероприятие считается выполненным, если за него студент получил оценку в баллах не ниже минимальной оценки, установленной преподавателем по данному мероприятию.

Ликвидация задолженности, образовавшейся в случае пропуска обучающимся занятий без уважительной причины, отказа обучающегося от ответов на занятиях, неудовлетворительного ответа обучающегося на занятиях, неудовлетворительного выполнения практических работ может осуществляться на индивидуальных консультациях, сроки которых определяются кафедрой.

Результаты текущего контроля успеваемости обучающихся служат основой для допуска к промежуточной аттестации в форме зачета. В течение семестра для допуска к зачету студенту необходимо сдать не менее 75% практических работ.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Зачёт может проходить в виде устного опроса или тестирования. Основанием для допуска к промежуточной аттестации является успешное прохождение обучающимся текущего контроля успеваемости.

Основными ориентирами при подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине является перечень рекомендуемой литературы. При подготовке к сессии обучающемуся рекомендуется так организовать учебную работу, чтобы перед первым днем начала сессии были сданы и защищены все практические работы. Основное в подготовке к сессии – это повторение всего материала курса, по которому необходимо пройти аттестацию. При подготовке к сессии следует весь объем работы распределять равномерно по дням, отведённым для подготовки, контролировать каждый день выполнения работы

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП, осваивающих образовательные программы высшего образования».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |