

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Кубанский государственный университет»

Факультет физико-технический



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.08 МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И АНАЛИЗА МИКРО- И НАНО-СИСТЕМ**

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль): Нанотехнология в электронике

Квалификация (степень) бакалавр

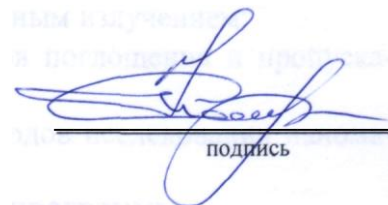
Форма обучения очная

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.08 «Методы диагностики и анализа микро- и наносистем» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки (профиль) 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника (Нанотехнологии в электронике)»

Программу составил:

Соколов М.Е., доцент кафедры  
радиофизики и нанотехнологий ФТФ КубГУ,  
канд. хим. наук



подпись

Рабочая программа дисциплины «Методы диагностики и анализа микро- и наносистем» утверждена на заседании кафедры (разработчика) радиофизики и нанотехнологий протокол № 9 «2» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) радиофизики и нанотехнологий протокол № 9 «2» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 6 «4» мая 2017 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Исаев В.А. – доктор физико-математических наук, доцент кафедры физики и информационных систем КубГУ

Федотов А.В., первый заместитель генерального директора акционерного общества «Научно-производственная компания «РИТМ» (г. Краснодар)

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Учебная дисциплина «Методы диагностики и анализа микро- и наносистем» ставит своей целью изучение физико-химических основ методов анализа наносистем и микро-систем, формирование представлений об основных путях и механизмах взаимодействия вещества с электромагнитным излучением, характеристик и применения различных методов анализа и диагностики в изучении микро- и наноструктур.

### 1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи учебной дисциплины:

- изучение взаимодействия вещества с электромагнитным излучением;
- исследования происхождения электронных спектров поглощения и пропускания;
- изучение основ и характеристик различных методов исследования наноматериалов и наноструктур

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы диагностики и анализа микро- и наносистем» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» относится к учебному циклу общие математические и естественнонаучные дисциплины Б1.Б.01 федерального компонента.

В соответствии с учебным планом, занятия проводятся на четвертом году обучения. Настоящая дисциплина находится на стыке дисциплин. Необходимыми предпосылками для успешного освоения дисциплины является следующее: в цикле математических дисциплин: знание основ линейной алгебры и математического анализа, умение дифференцировать и интегрировать, знать основы статистической обработки результатов.

В цикле общефизических дисциплин необходимыми предпосылками являются знание основ классической механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, радиофизики, оптики.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *общепрофессиональных компетенций (ОПК)*:

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                                                     | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                      |                                                                                                                                                           |                                                                                                      |
|--------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                                                           | знать                                                                                                                            | уметь                                                                                                                                                     | владеть                                                                                              |
| 1.     | ОПК-7              | способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности | Основные физико-химические основы спектральных методов анализа и механизмы взаимодействия вещества с электромагнитным излучением | Использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач в области электроники и нанoeлектроники. | знаниями основ спектральных методов анализа, необходимых для решения научно-исследовательских задач. |
| 2.     | ОПК-8              | способность использовать нормативные документы в своей деятельности                                                                                                       | Основные методики экспериментального исследования с                                                                              | Осуществлять поиск необходимой информации посред-                                                                                                         | Навыками самостоятельной работы с научной литературой                                                |

| №<br>п.п. | Индекс<br>компе-<br>тенции | Содержание компе-<br>тенции (или её час-<br>ти)                                                                                                                                          | В результате изучения учебной дисциплины обу-<br>чающиеся должны                                                        |                                                                                           |                                                          |
|-----------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|           |                            |                                                                                                                                                                                          | знать                                                                                                                   | уметь                                                                                     | владеть                                                  |
|           |                            |                                                                                                                                                                                          | помощью спек-<br>трального ме-<br>тода, парамет-<br>ры и характе-<br>ристики совре-<br>менных прибо-<br>ров и устройств | ством совре-<br>менных ин-<br>формационных<br>технологий                                  | рой и норма-<br>тивной доку-<br>ментацией                |
| 3.        | ПК-18                      | способность разра-<br>батывать инструк-<br>ции для обслужи-<br>вающего персонала<br>по эксплуатации ис-<br>пользуемого техни-<br>ческого оборудова-<br>ния и программного<br>обеспечения | Методику раз-<br>работки инст-<br>руктажа для<br>обслуживаю-<br>щего персона-<br>ла по исполь-<br>зованию тех-<br>ники  | Применять по-<br>лученные в хо-<br>де обучения<br>знания в прак-<br>тических зада-<br>чах | Навыками ор-<br>ганизации на-<br>учной деятель-<br>ности |

## 2 Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО)

| Вид учебной работы                                                    |                               | Всего часов | Семестры (часы) |   |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------------|---|
|                                                                       |                               |             | 6               |   |
| Контактная работа, в том числе:                                       |                               |             |                 |   |
| Аудиторные занятия (всего):                                           |                               | 44          | 44              |   |
| Занятия лекционного типа                                              |                               | 22          | 22              | - |
| Лабораторные занятия                                                  |                               | 22          | 22              | - |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)            |                               | -           | -               | - |
|                                                                       |                               | -           | -               | - |
| Иная контактная работа:                                               |                               |             |                 |   |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                 |                               | 2           | 2               |   |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                        |                               | 0,2         | 0,2             |   |
| Самостоятельная работа, в том числе:                                  |                               | 25,8        | 25,8            |   |
| Проработка учебного (теоретического) материала                        |                               | 10          | 10              | - |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) |                               | 8           | 8               | - |
| Реферат                                                               |                               | 5           | 5               | - |
|                                                                       |                               |             |                 |   |
| Подготовка к текущему контролю                                        |                               | 2,8         | 2,8             |   |
| Контроль:                                                             |                               |             |                 |   |
| Подготовка к зачету                                                   |                               | 0,2         | 0,2             | - |
| Общая трудоемкость                                                    | час.                          | 72          | 72              | - |
|                                                                       | в том числе контактная работа | 46,2        | 46,2            |   |
|                                                                       | зач. ед.                      | 2           | 2               |   |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

| №                           | Наименование разделов (тем)                                                                                                                  | Количество часов |                   |    |           |                      |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|-----------|----------------------|
|                             |                                                                                                                                              | Всего            | Аудиторная работа |    |           | Внеаудиторная работа |
|                             |                                                                                                                                              |                  | Л                 | ПЗ | ЛР        |                      |
| 1                           | 2                                                                                                                                            | 3                | 4                 | 5  | 6         | 7                    |
| 1.                          | Введение. Основные положения и определения                                                                                                   | 14               | 5                 | -  | 5         | 4                    |
| 2.                          | Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Электро- и магнитосиловая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия  | 13,8             | 4                 | -  | 4         | 5,8                  |
| 3.                          | Кристаллическая структура и электрофизические характеристики микро- и наносистем. Методы определения кинетических параметров полупроводников | 12               | 4                 | -  | 4         | 4                    |
| 4.                          | Растровая и просвечивающая электронная микроскопия                                                                                           | 11               | 3                 | -  | 3         | 4                    |
| 5.                          | Структурный и фазовый анализ микро- и наносистем                                                                                             | 11               | 3                 |    | 3         | 4                    |
| 6.                          | Элементный анализ состава микро- и наносистем. Методы выявления квантово-размерных эффектов                                                  | 11               | 3                 |    | 3         | 4                    |
| <b>Итого по дисциплине:</b> |                                                                                                                                              |                  | <b>22</b>         |    | <b>22</b> | <b>25,8</b>          |

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| № раздела | Наименование раздела                                                                                                                        | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Форма текущего контроля   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1         | Введение. Основные положения и определения                                                                                                  | Определение понятия «Методы диагностики и анализа микро- и наносистем». Этапы развития методов исследования структуры и свойств микро- и наноматериалов. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем                                                                    | Контрольная работа, опрос |
| 2         | Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Электро- и магнитосиловая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия | Основы сканирующей туннельной микроскопии. Устройство и принцип действия сканирующего туннельного микроскопа. Типы и особенности пьезокерамических манипуляторов. Методы СТМ-исследования морфологии наноструктурированных материалов. Определение работы выхода электронов. Основы атомно- | Контрольная работа, опрос |

|   |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                          |                           |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|   |                                                                                                                                              | силовой микроскопии. Устройство и принцип действия атомно-силового микроскопа. Зондовые датчики для атомно-силовой микроскопии. Основы электро-силовой микроскопии. Основы ближнепольной оптической микроскопии                          |                           |
| 3 | Кристаллическая структура и электрофизические характеристики микро- и наносистем. Методы определения кинетических параметров полупроводников | Структура кристаллов, пространственная решетка. Классификация дефектов, дислокации, дефекты упаковки, границы зерен. Методы определения кинетических параметров полупроводников: подвижность, диффузионная длина, время жизни носителей. | Контрольная работа, опрос |
| 4 | Растровая и просвечивающая электронная микроскопия                                                                                           | Основы растровой электронной микроскопии. Режимы исследования и детекторы. Основы просвечивающей электронной микроскопии. Устройство и принцип действия ПЭМ.                                                                             | Контрольная работа, опрос |
| 5 | Структурный и фазовый анализ микро- и наносистем                                                                                             | Структурный и фазовый анализ микро- и наносистем                                                                                                                                                                                         | Контрольная работа, опрос |
| 6 | Элементный анализ состава микро- и наносистем. Методы выявления квантово-размерных эффектов                                                  | Элементный анализ состава микро- и наносистем. Методы выявления квантово-размерных эффектов                                                                                                                                              | Контрольная работа, опрос |

### 2.3.2 Лабораторные работы

| № ЛР | Наименование лабораторной работы              | Содержание лабораторной работы                             | Форма текущего контроля |
|------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1    | Сканирующая туннельная микроскопия            | Изучить принцип работы туннельного микроскопа              | Защита ЛР               |
| 2    | Атомно-силовая микроскопия.                   | Изучить принцип работы атомно-силового микроскопа          | Защита ЛР               |
| 3    | Электросиловая микроскопия.                   | Изучить принцип работы электросилового микроскопа          | Защита ЛР               |
| 4    | Растровая электронная микроскопия             | Изучить принцип работы растрового электронного микроскопа  | Защита ЛР               |
| 5    | Рентгеновский энергодисперсионный микроанализ | Количественный и качественный химический анализ материалов | Защита ЛР               |

### 2.3.3 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| №  | Вид СРС                                 | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                          |
|----|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                       | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1. | Проработка теоретического материала     | Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий [Текст] = Scanning microscopy for nanotechnology : методы и применение / под ред. Уэйли Жу, Жонг Лин Уанга ; пер. с англ. С. А. Иванова, К. И. Домкина ; под ред. Т. П. Каминской. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016 |
| 2. | Подготовка к защите лабораторных работ  | Текуцкая Е.Е., Джимаков С.С., Долгов М.А. Методы исследования био- и наноструктур / Учебное пособие– Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013.- 64 с.                                                                                                                                  |
| 3. | Реферат                                 | Плескова, С. Н. Атомно-силовая микроскопия в биологических и медицинских исследованиях / С. Н. Плескова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011.                                                                                                                                         |
| 4. | Подготовка презентации по теме реферата | Карасев, В. А. Введение в конструирование бионических наносистем / В. А. Карасев, В. В. Лучинин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.                                                                                                                                                           |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 3. Образовательные технологии

Для проведения части лекционных занятий используется специализированная лекционная аудитория физико-технического факультета (201С), оснащенная мультимедийным проектором, экраном, интерактивной доской, а также приборами и оборудованием для постановки учебных демонстрационных экспериментов; литература в библиотеке университета. Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу бакалавров и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: мозговой штурм, работа в малых группах, использование общественных ресурсов.

Существует система семестровых заданий, в которой каждый студент за семестр должен самостоятельно подготовить и защитить реферат по одной из предложенных тем. Задание сдается в форме беседы с преподавателем в специально отведенное время (прием заданий).

На семинарские занятия выносятся около 80 % материала изложенного в программе дисциплины. Остальная часть материала выносятся для самостоятельного изучения. В конце каждого практического занятия предлагаются для выполнения творческие и иссле-

довательские задания, углубляющие и расширяющие учебный материал, развивающие инновационное мышление, а также умение работать с привлечением современных информационных технологий. Выполнение этих заданий обсуждаются на следующем занятии.

На практических занятиях рассматриваются основы теории, требующие сложные математические выкладки, различные методы решения задач, наиболее типичные и творческие задачи. Для закрепления материала, рассматриваемого на занятиях, бакалавры получают домашние задания в виде ряда задач из соответствующих задачников.

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

- самоподготовку к учебным занятиям по конспектам и учебной литературе;
- подготовку рефератов.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу и руководство этой работой со стороны преподавателей.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Текущий контроль:

- контрольные вопросы по разделам учебной программы;
- защита лабораторных работ;
- реферат;
- презентация по теме реферата;
- внутрисеместровая аттестация.

Промежуточный контроль:

- зачет.

#### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

##### **4.1.1 Контрольные вопросы по разделам учебной программы**

1. Определение понятия «Методы диагностики и анализа микро- и наносистем»
2. Этапы развития методов исследования структуры и свойств микро- и наноматериалов
3. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем
4. Сканирующая туннельная микроскопия
5. Устройство и принцип действия сканирующего туннельного микроскопа
6. Формирование и обработка СЗМ-изображений поверхности
7. Типы и особенности пьезокерамических манипуляторов
8. Методы СТМ-исследования морфологии наноструктурированных материалов
9. СТМ-спектроскопия поверхности. Определение работы выхода электронов
10. Атомно-силовая микроскопия
11. Устройство и принцип действия атомно-силового микроскопа
12. Зондовые датчики для атомно-силовой микроскопии
13. Система оптической регистрации изгиба консоли кантилевера
14. Контактный АСМ-метод исследования поверхности
15. Полуконтактный АСМ-метод исследования
16. Электросиловая микроскопия
17. Двухпроходная методика электросиловой микроскопии
18. Магнитосиловая микроскопия
19. Ближнепольная оптическая микроскопия. Типы ближнепольных оптических микроскопов
20. Структура кристаллов, пространственная решетка
21. Классификация дефектов, дислокации, дефекты упаковки, границы зерен



22. Методы определения кинетических параметров полупроводников: подвижность, диффузионная длина, время жизни носителей
23. Интерферометрия
24. Устройство и принцип действия интерферометра
25. Растровая электронная микроскопия
26. Режимы исследования и детекторы
27. Просвечивающая электронная микроскопия
28. Устройство и принцип действия ПЭМ
29. Физические основы рентгенографии, электронографии, нейтронографии
30. Методы рентгеноструктурного анализа. Метод вращения кристалла. Метод рентгеновского гониометра. Метод Дебая-Шеррера
31. Метод обратного рассеяния Резерфорда
32. Рентгеновский энергодисперсионный микроанализ
33. Оже-спектроскопия
34. Устройство и принцип действия Оже-микроскопа.
35. Вторичная ионная масс-спектроскопия
36. Устройство и принцип действия вторичного ионного масс-спектрометра
37. Классификация методов выявления квантово-размерных эффектов
38. Перспективы и тенденции развития аналитических методов исследования структуры и свойств микро- и наноструктурированных материалов

## **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

### **4.2.1 Примеры вопросов для подготовки к зачету**

1. Классификация нанообъектов по агрегатному состоянию. Дисперсные системы.
2. Коллоидные системы, золи, гели, порошки, частицы, агрегаты и агломераты.
3. Классификация нанообъектов по размерам. Наночастицы, нанокластеры, нанокристаллические материалы.
4. Классификация нанообъектов по способу их получения. Молекулярные кластеры. Газовые безлигандные кластеры.
5. Коллоидные кластеры. Лиофильные, лиофобные кластеры.
6. Наноэмульсии и мицеллярные наносистемы.
7. Твёрдотельные нанокластеры и наноструктуры. Матричные нанокластеры и супрамолекулярные наноструктуры.
8. Кластерные кристаллы и фуллериты. Компактированные наносистемы и наноконпози́ты.
9. Тонкие наноструктурные плёнки. Углеродные нанотрубки.
10. Методы определения площади удельной поверхности. Газовая адсорбция. Изотермы адсорбции.
11. Теория БЭТ.
12. Газовая хроматография.
13. Распределение частиц по размерам. Ситовой метод.
14. Метод лазерной дифракции.
15. Основы теории Ми.
16. Метод динамического рассеяния света.
17. Седиментационный анализ.
18. Оптическая микроскопия. Волновая теория света.
19. Качество изображения оптического микроскопа.
20. Погрешности изображения оптического микроскопа.
21. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Электронная оптика.
22. Изображение и разрешение ПЭМ.
23. Характеристики электронного пучка.

24. Электронные пушки.
25. Растровая электронная микроскопия. Физические основы растровой электронной микроскопии.
26. Растровая электронная микроскопия. Область генерации сигнала в образце. Отраженные электроны.
27. Вторичные электроны. Поглощенные электроны.
28. Спектроскопические методы исследования наноматериалов. Электронная спектроскопия.
29. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФС). Физические принципы метода РФС.
30. Модель атома Бора.
31. Основы рентгеновского флуоресцентного анализа (РФА).
32. Возбуждение характеристического излучения. Спектр тормозного излучения, рентгеновские трубки.
33. Дифракция на кристаллах.
34. Рентгеновская дифракция на кристаллической решетке, условие отражения (уравнение) Вульфа – Брэггов.
35. XAFS – спектроскопия. Спектроскопия рентгеновского поглощения.
36. Колебательная спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия (ИК). Инфракрасное излучение и колебания молекул.
37. Радиоспектроскопия. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Магнитные свойства ядер.
38. Эффект Зеемана. Основы спектроскопии ЯМР.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Основная литература:**

1. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий [Текст] = Scanning microscopy for nanotechnology : методы и применение / под ред. Уэйли Жу, Жонг Лин Уанга ; пер. с англ. С. А. Иванова, К. И. Домкина ; под ред. Т. П. Каминской. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016

2. Текущая Е.Е., Джимаков С.С., Долгов М.А. Методы исследования био- и наноструктур / Учебное пособие – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013.- 64 с.

3. Плескова, С. Н. Атомно-силовая микроскопия в биологических и медицинских исследованиях / С. Н. Плескова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011.

4. Карасев, В. А. Введение в конструирование бионических наносистем / В. А. Карасев, В. В. Лучинин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1 Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Физико-химические (инструментальные) методы анализа.- М.: Высшая школа, 2006;

2. Аналитическая химия: учебник для студентов ВУЗов в 3х томах, Т.1: Методы идентификации и определения веществ/ под ред. Л.Н. Москвина, М.: Академия – 2008. – 575с.

### **5.3 Периодические издания, научно-технические журналы**

1. Журнал «Радиотехника и электроника»
2. Журнал «Радиационная биология. Радиоэкология»
3. Журнал «Биомедицинская радиоэлектроника»
4. Журнал Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. [www.izvestiya.rsm.ru](http://www.izvestiya.rsm.ru)
5. Реферативный журнал «Радиотехника»
6. Журнал «Биофизика»

### **6. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:

<http://window.edu.ru/window>

2. Библиотека электронных учебников:

<http://www.book-ua.org/>

3. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:

<http://www.rubricon.com/>

4. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:

<http://www.college.ru/>

5. Федеральный образовательный портал:

[http://www.edu.ru/db/portal/sites/res\\_page.htm](http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm)

6. Каталог научных ресурсов:

<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>

7. Большая научная библиотека:

<http://www.sci-lib.com/>

8. Естественно-научный образовательный портал;

<http://www.en.edu.ru/catalogue/>

9. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека сайта EqWorld:

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/>

10. Техническая библиотека:

<http://techlibrary.ru/>

### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

- выполнение домашних заданий по практическим занятиям.
- дополнение к разбираемым разделам дисциплины при помощи знаний, получаемых из рекомендуемой литературы.
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.
- выполнение и защита рефератов

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.
4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.

### **8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

1. Википедия – свободная энциклопедия.  
<http://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. Физическая энциклопедия  
<http://www.femto.com.ua/articles/>
3. Академик – Словари и энциклопедии на Академике  
[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/150/Атомная\\_физика/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/150/Атомная_физика/)
4. Информационные ресурсы библиотеки ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»:  
<http://www.kubsu.ru/University/library/resources/>
5. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:  
<http://www.rubricon.com/>
6. Скопус – база данных ведущих зарубежных публикаций  
[www.scopus.com](http://www.scopus.com)

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

| №  | Вид работ                                  | Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность                                                                                                                                                          |
|----|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия                         | Аудитория 201С, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской.                                                                                                                                          |
| 2. | Семинарские занятия                        | -<br>(Учебным планом семинарские занятия не предусмотрены.)                                                                                                                                                            |
| 3. | Лабораторные занятия                       | Наноцентр КубГУ, укомплектованный оборудованием необходимым для проведения лабораторных работ                                                                                                                          |
| 4. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория 311С, оснащенная компьютерной техникой с подключением к сети Интернет                                                                                                                                        |
| 5. | Самостоятельная работа                     | Аудитория 311С, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. |

