

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Тагирский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Теоретические и практические аспекты метрологического обеспечения в нанотехнологиях  
Б1.Б.21

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Воронина Е.В.

**Рецензент(ы):**

Недопекин О.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров Л. Р.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 653817

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Воронина Е.В. Кафедра физики твердого тела Отделение физики, Elena.Voronina@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями изучения дисциплины "Метрология, стандартизация и сертификация" являются систематизация и расширение знаний в области метрологии, стандартизации и сертификации; формирование компетенций по оценке, выбору и эффективному использованию методов и средств измерений для решения задач управления инновационными нанотехнологическими проектами.

Дисциплина ориентирует студентов на эффективное использование метрологии и стандартизации в основных видах профессиональной деятельности

, отраженных в Государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования 3+:

- научно-исследовательская деятельность;
- проектно-конструкторская деятельность.

Дисциплина поддерживает изучение вопросов управления проектами нанотехнологий и создания систем качества, а также обеспечивает адаптацию специалиста по управлению инновациями в области нанотехнологий в первичной должности.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.21 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Курс "Метрология, стандартизация и сертификация" излагается в пятом семестре. Учебный материал курса "Теоретические и практические аспекты метрологического обеспечения в нанотехнологиях" базируется на знаниях и умениях студентов, полученных при изучении следующих дисциплин учебного плана направления:

Культурология; Философия ; Математика ; Информатика ; Механика; Математический анализ; Линейная алгебра; Общий физический практикум; Теория вероятностей и математическая статистика и пр.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины используются при дипломном проектировании.

Изучение дисциплины в 5-м семестре позволяет начать формирование компетенций выпускников в условиях прогресса в области технического регулирования, метрологии и измерений в сфере нанотехнологий.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способность к самоорганизации и самообразованию
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных
ОПК-8 (профессиональные компетенции)	способность использовать нормативные документы в своей деятельности
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов
ПК-7 (профессиональные компетенции)	готовность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и других нормативных документов

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные метрологические правила, требования и нормы;  
методы и средства измерений;  
принципы действия технических средств измерений;  
основные правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей при изучении макрообъектов и их особенности при работе с наноструктурными системами;  
правила выбора методов и средств измерений нанообъектов;  
организационные и технические принципы стандартизации и сертификации.

2. должен уметь:

- обрабатывать и оценивать погрешности полученных данных;  
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке и контроле качества изделий;  
- проводить аттестацию новых образцов техники и изделий;  
- свободно применять знания и умения в области метрологии, стандартизации и сертификации в своей деятельности;  
- компетентно использовать при необходимости электронные образовательные средства (виртуальных лабораторий)  
- решать профессиональные задачи использования средств измерений в практической деятельности по участию в нанотехнологических инновационных проектах;

3. должен владеть:

-умением участвовать в инновационных нанотехнологических проектах с учетом требований государственной системы стандартизации и сертификации;  
-умением грамотно использовать измерительные средства и системы nanoиндустрии при необходимости;  
-решением задач формирования команды исполнителей проекта в части специалистов по метрологии, стандартизации и сертификации

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- способность разрабатывать нормативную документацию для современных наукоемких технологий в области нанотехнологии с учетом экономических и экологических требований;
- навыки работы с научной литературой и технической документацией;
- профессионально-значимые качества личности (организованность, ответственность, коммуникабельность).

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Виды измерений и средств измерений Нормирование метрологических характеристик средств измерений	5	1	2	4	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Нанометрология. СТАНОВЛЕНИЕ НАНОИНДУСТРИИ И КОНЦЕПЦИЯ НАНОМЕТРОЛОГИИ	5	2	2	4	0	Устный опрос
4.	Тема 4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАНОМЕТРОЛОГИИ	5	3-4	4	6	0	Устный опрос
5.	Тема 5. ТОЧНОСТЬ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ НАНОИЗМЕРЕНИЙ	5	5-6	4	2	0	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. ПОВЕРКА И КАЛИБРОВКА В СФЕРЕ НАНОМЕТРОЛОГИИ	5	7-8	4	6	0	Устный опрос
8.	Тема 8. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ НАНОМЕТРОЛОГИИ	5	9	2	2	0	Реферат
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Зачет
	Итого			18	24	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Виды измерений и средств измерений Нормирование метрологических характеристик средств измерений

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Виды измерений. Система единиц физических величин Виды эталонов и стандартных образцов. Единицы измерения. Связь систем единиц физических величин.

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Виды и методы измерений. Погрешности измерений. Типы погрешностей. Абсолютные и относительные погрешности. Методические, инструментальные, статические, динамические, аддитивные, мультипликативные и нелинейные. Погрешности в косвенных измерениях. (Решение задач)

### Тема 2. Нанометрология. СТАНОВЛЕНИЕ НАНОИНДУСТРИИ И КОНЦЕПЦИЯ НАНОМЕТРОЛОГИИ

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Возникновение нанометрологии. Нанометрология за рубежом Положение России в сфере nanoиндустрии Концепция развития нанометрологии

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Погрешности в косвенных измерениях Стандартное отклонение, расчеты. Нормальное распределение. Гистограммы и распределения. Предельное распределение. Стандартное отклонение. Доверительный интервал. Коэффициент доверия. Классы точности СИ. (Решение задач)

### Тема 4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАНОМЕТРОЛОГИИ

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Методы и средства интерференционных измерений Использование принципов микроскопии в nanoизмерениях Сканирующая зондовая микроскопия Виды сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) Нанометрология в спектроскопии

#### *практическое занятие (6 часа(ов)):*

Оптическая микроскопия Электронная микроскопия Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) Атомно-силовой микроскоп (АСМ) Разновидности ближнепольной микроскопии Хроматография в nanoизмерениях Сравнительный анализ технических средств нанометрологии

### Тема 5. ТОЧНОСТЬ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ НАНОИЗМЕРЕНИЙ

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Измерение линейных размеров рельефных наноструктур Точность измерения линейных наноразмеров Погрешности измерения длины волны и частоты лазера Разрешающая способность растрового электронного микроскопа Оценка расходимости лазерного излучения Особенности наноизмерений в АСМ-режиме Введение концепции неопределенности

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Погрешности измерения длины волны и частоты лазера Оценка расходимости лазерного излучения Погрешность и неопределенность Этапы оценивания погрешностей и неопределенностей Пример вычисления погрешности эталона (по данным ВНИИМ)

**Тема 7. ПОВЕРКА И КАЛИБРОВКА В СФЕРЕ НАНОМЕТРОЛОГИИ**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Рельефные меры для нанометрового диапазона Классификация тест-объектов Поверка рельефной меры Измерительные растровые электронные микроскопы (РЭМ) Стандартная калибровка растровых микроскопов Атомно-силовые измерительные зондовые микроскопы (АСМ) Поверка АСМ

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Калибровка рельефной меры Поверка растровых микроскопов Калибровка РЭМ по двум координатам Калибровка АСМ Калибровка АСМ по трем координатам

**Тема 8. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ НАНОМЕТРОЛОГИИ**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Стандартизация и сертификация в nanoиндустрии Цели и задачи Регионального отделения ЦМО Управление деятельностью РО ЦМО Направления работ в области нанометрологии Проблемы и задачи нанометрологии

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Организация исследований и кадровое обеспечение nanoиндустрии

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Виды измерений и средств измерений Нормирование метрологических характеристик средств измерений	5	1	Работа с литературой. Повторение пройденного материала. Подготовка к устному опросу.	4	устный опрос
2.	Тема 2. Нанометрология. СТАНОВЛЕНИЕ НАНОИНДУСТРИИ И КОНЦЕПЦИЯ НАНОМЕТРОЛОГИИ	5	2	Работа с литературой. повторение пройденного материала. подготовка к устному опросу.	4	устный опрос
4.	Тема 4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАНОМЕТРОЛОГИИ	5	3-4	Работа с литературой и интернет-ресурсами. повторение пройденного материала. подготовка к устному	6	устный опрос



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. ТОЧНОСТЬ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ НАНОИЗМЕРЕНИЙ	5	5-6	подготовка к устному опросу Работа с литературой и интернет-ресурсами. повторение пройденного мате	6	устный опрос
7.	Тема 7. ПОВЕРКА И КАЛИБРОВКА В СФЕРЕ НАНОМЕТРОЛОГИИ	5	7-8	подготовка к устному опросу Работа с литературой и интернет-ресурсами. повторение пройденного мате	6	устный опрос
8.	Тема 8. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ НАНОМЕТРОЛОГИИ	5	9	подготовка реферата	4	реферат
	Итого				30	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Теоретические представления студент получает в результате изучения курса лекций и самостоятельного изучения литературных источников (учебников и учебных пособий). Теоретические представления закрепляются в процессе выполнения самостоятельных работ. Практические навыки студентом приобретаются в ходе проведения практических занятий, рекомендованных программой.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Виды измерений и средств измерений Нормирование метрологических характеристик средств измерений

устный опрос , примерные вопросы:

Назвать виды измерений. Международная система единиц физических величин. Перечислить основные физические величины. Перечислить методы измерений. Перечислить типы погрешностей. Охарактеризовать погрешности в косвенных измерениях направлен на приобретение компетенций ОК-7, ОПК-5

### Тема 2. Нанометрология. СТАНОВЛЕНИЕ НАНОИНДУСТРИИ И КОНЦЕПЦИЯ НАНОМЕТРОЛОГИИ

устный опрос , примерные вопросы:

Дать определение стандартного отклонения, нормального распределения. Дать определение доверительного интервала и коэффициента доверия. Обозначение классов точности СИ и связь с погрешностью СИ Особенности нанометрологии в России направлен на приобретение компетенций ОК-7, ОПК-5, ОПК-8, ПК-4

### Тема 4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАНОМЕТРОЛОГИИ

устный опрос , примерные вопросы:



Назвать методы и средства интерференционных измерений Перечислить и охарактеризовать виды сканирующей зондовой микроскопии Принципы и погрешности методов: молекулярных методов спектроскопии; ядерных методов спектроскопии; радиоспектроскопии; разновидностей электронной спектроскопии; лазерной спектроскопии; Назвать особенности хроматографических измерений нанобъектов Рекомендации при проведении сравнительного анализа технических средств нанометрологии направлен на приобретение компетенций ОК-7, ОПК-5, ОПК-8, ОПК-4, ПК-4

### **Тема 5. ТОЧНОСТЬ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ НАНОИЗМЕРЕНИЙ**

устный опрос , примерные вопросы:

В чем состоят особенности измерения линейных размеров рельефных наноструктур Чем определяется точность измерения линейных наноразмеров Охарактеризовать особенности наноизмерений в АСМ-режиме Концепция неопределенности в нанобъектах Погрешности измерения длины волны и частоты лазера Каковы этапы оценивания погрешностей и неопределенностей направлен на приобретение компетенций ОК-7, ОПК-5, ОПК-8, ОПК-4, ПК-4

### **Тема 7. ПОВЕРКА И КАЛИБРОВКА В СФЕРЕ НАНОМЕТРОЛОГИИ**

устный опрос , примерные вопросы:

Классификация тест-объектов Как выполняется калибровка рельефной меры Этапы стандартной калибровки растровых микроскопов Калибровка АСМ Назвать этапы калибровки АСМ по трем координатам направлен на приобретение компетенций ОК-7, ОПК-5, ОПК-8, ОПК-4, ПК-4, ПК-7

### **Тема 8. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ НАНОМЕТРОЛОГИИ**

реферат , примерные темы:

Что относится к организационным основам метрологического обеспечения. Нормативные документы по стандартизации Перечислить важнейшие стандарты различных систем. Назвать структурные элементы стандартов Стандартизация и сертификация в nanoиндустрии направлен на приобретение компетенций ОК-7, ОПК-5, ОПК-8, ОПК-4, ПК-7 Темы рефератов в Прочее.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Текущая работа студента оценивается в 50 баллов, из них:

максимально 35 баллов - результаты устных опросов, 15 баллов - реферат.

Итоговая форма контроля - 50 баллов. Минимальное количество баллов для допуска к зачету -28 баллов.

Примерные темы реферата

1. Состояние и тенденции развития европейской нанотехнологии.
2. Измерительные и калибровочные возможности средств измерений нанометрового диапазона.
3. Классификация тест-объектов для калибровки растровых электронных микроскопов в нанометровом диапазоне.
4. Самоорганизация и самосборки для практической реализации нанотехнологий.
5. Проблемы метрологического обеспечения измерения параметров наночастиц в технологических средах.
6. Методы и средства сертификационных испытаний оптических аналитических приборов.
7. Геометрия формирования изображения в сканирующей зондовой микроскопии.
8. Технические измерения, взаимозаменяемость и нанометрология.

направлен на приобретение компетенций ОК-7, ОПК-5, ОПК-8, ОПК-4, ПК-4, ПК-7

Примерные вопросы к зачету:

1. Виды измерений. Физические величины как объект измерений. Международная система

единиц физических величин. Основные физические величины.

2. Погрешности в косвенных измерениях Стандартное отклонение, расчеты.
3. Нормальное распределение. Гистограммы и распределения. Предельное распределение.
4. Стандартное отклонение. Доверительный интервал. Коэффициент доверия.
5. Точность и неопределенность измерений.
6. Нормальные условия измерений при поверке.
7. Нормативные документы по стандартизации. Важнейшие стандарты различных систем.
8. Структурные элементы стандартов.
9. Возникновение нанометрологии. Нанометрология за рубежом. Концепция развития нанометрологии.
10. Принципы микроскопии в наноизмерениях.
11. Методы и средства интерференционных измерений.
12. Сканирующая зондовая микроскопия. Виды сканирующей зондовой микроскопии.
13. Оптическая микроскопия. Электронная микроскопия.
14. Разновидности ближнепольной микроскопии
15. Измерение линейных размеров рельефных наноструктур. Точность измерения линейных наноразмеров.
16. Погрешности измерения длины волны и частоты лазера. Оценка расходимости лазерного излучения.
17. Особенности наноизмерений в АСМ-режиме.
18. Этапы оценивания погрешностей и неопределенностей. Вычисление погрешности эталона.
19. Рельефные меры для нанометрового диапазона. Поверка рельефной меры. Калибровка рельефной меры.
20. Измерительные растровые электронные микроскопы. Стандартная калибровка растровых микроскопов.
21. Атомно-силовые измерительные зондовые микроскопы. Поверка АСМ. Калибровка АСМ.
22. Классификация тест-объектов.
22. Поверка растровых микроскопов. Калибровка РЭМ.
23. Стандартизация и сертификация в наноиндустрии. Региональные отделения ЦМО.
24. Направления работ в области нанометрологии. Проблемы и задачи нанометрологии.

### **7.1. Основная литература:**

1. Название: Нанометрология Автор: Сергеев А.Г. Издательство: Логос Год: 2011 ISBN: 978-5-98704-494-0 Страниц: 416  
<http://znanium.com/go.php?id=469008>
2. Колчков В. И. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебник / В.И. Колчков. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 432 с.: 70x100 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-91134-784-0, 600 экз.  
<http://www.znanium.com/bookread.php?book=418765>

3. Афонский, А. А. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике [Электронный ресурс] / А. А. Афонский; В. П. Дьяконов; под ред. проф. В. П. Дьяконова. - М.: ДМК Пресс, 2011. - 688 с. - ISBN 978-5-94074-626-3  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=406873>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Любомудров, С.А. Метрология, стандартизация и сертификация: нормирование точности: Учебник / С.А. Любомудров, А.А. Смирнов, С.Б. Тарасов. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 206 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-005246-5, 300 экз.  
<http://www.znanium.com/bookread.php?book=278949>
2. Аристов, А. И. Метрология, стандартизация, сертификация: учебное пособие / А.И. Аристов, В. М. Приходько, И. Д. Сергеев, Д. С. Фатюхин. - Москва ИНФРА-М 2012 256 с. ил. 22 см. 1 опт. диск (CD-R) ISBN: 978-5-16-004750-8
3. Лич, Р. Инженерные основы измерений нанометровой точности: учебное издание / Р. Лич, (Перевод) А. В. Заболоцкий. - Долгопрудный.: Интеллект, 2012. - 399 с. ил. 22

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Научно-информационный портал Всероссийского института научной и технической информации РАН. - [www.portalnano.ru](http://www.portalnano.ru)

Общероссийские классификаторы - [classifikators.ru/](http://classifikators.ru/)

портал нормативных документов - [www.opengost.ru/](http://www.opengost.ru/)

Российский наножурнал - [www.nanojournal.ru/](http://www.nanojournal.ru/)

Сайт о нанотехнологиях в России - <http://www.nanonewsnet.ru/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теоретические и практические аспекты метрологического обеспечения в нанотехнологиях" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Мультимедийный проектор для проведения лекций.

Доступ в Интернет

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки не предусмотрено.

Автор(ы):

Воронина Е.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Недопекин О.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.