

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе  
качеству образования — первый  
проректор

подпись

« 20 »

04

2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**ФТД.01 НАНОРОБОТЫ**

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

правление подготовки/специальность

11.03.04 Электроника и микроэлектроника

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

равленность-(профиль) / специализация

Интегральная электроника, фотоника и микроэлектроника

*(наименование направленности (профиля) / специализации)*

форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

*(очная, очно-заочная, заочная)*

квалификация \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины ФТД.01 «Нанороботы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
код и наименование направления подготовки

Программу составил:

В.Ю. Бузько, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий, к.х.н.

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



Рабочая программа дисциплины ФТД.01 «Нанороботы» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 7 «14» апреля 2021 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.

фамилия, инициалы



подпись

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 7 «14» апреля 2021 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф.

фамилия, инициалы



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета физико-технического

протокол № 13 «16» апреля 2021 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

1. Исаев В.А., доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики и информационных систем ФТФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
2. Куликов О.Н., кандидат физико-математических наук, начальник отдела МК и ТР Научно-технического центра ООО НК Роснефть

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Формирование у студентов систематических знаний о способах проектирования, создания, оптимизации и областях применения наноразмерных роботизированных устройств.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- формирование теоретических знаний в области физики наноразмерных систем, применимых для наноразмерных роботизированных устройств;
- овладение методами решения научно-технических задач в области проектирования и создания наноразмерных роботизированных устройств;
- изучение принципов регламентной проверки технического состояния наноразмерных робототехнических устройств;
- понимание проблем осуществления ремонта ультрамалых робототехнических устройств.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Нанороботы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока ФТД "Факультативные дисциплины" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен.

Дисциплина «Нанороботы» базируется на знании дисциплин университетского курса: электричества и магнетизма, электродинамики, роботизированных систем.

На основе этой дисциплины возможно применение результатов обучения студентами при подготовке выпускных квалификационных работ.

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

Изучение данной учебной дисциплины «Нанороботы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-3</b> готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	
ИПК-1.1. Владение навыками основ проектирования, создания, контроля наноразмерных робототехнических устройств	Знает: основы проектирования, создания, контроля наноразмерных робототехнических устройств
	Умеет: делать выводы о работоспособности наноразмерных робототехнических устройств по диагностическим данным
	Владеет: приёмами анализа данных по диагностике состояния наноразмерных робототехнических устройств

Результаты обучения по дисциплине «Нанороботы» достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## **2. Структура и содержание дисциплины**

### **2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Общая трудоёмкость дисциплины «Нанороботы» составляет 1 зачетную единицу (36 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего часов	Форма обучения			
			очная		очно-заочная	заочная
			6 семестр (часы)	X семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		<b>28,2</b>	<b>28,2</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>36</b>	<b>36</b>			
занятия лекционного типа		18	18			
лабораторные занятия		0	0			
практические занятия		0	0			
семинарские занятия		18	18			
<b>Иная контактная работа:</b>		<b>4</b>	<b>4</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)		2	2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>6,8</b>	<b>6,8</b>			
Реферат/доклад (подготовка)		3,8	3,8			
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к семинарским занятиям)		3,0	30			
Подготовка к текущему контролю		6	6			
<b>Контроль:</b>		<b>0,5</b>	<b>0,5</b>			
Подготовка к зачету		2,5	2,5			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>36</b>	<b>36</b>			
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>28,2</b>	<b>28,2</b>			
	<b>зач. ед</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение в теорию создания нанороботов	4,25	2	2	0	0,25
2.	Нанороботы как нанодинамические системы	4,25	2	2	0	0,25
3.	Молекулярные машины в качестве основы нанороботов	4,25	2	2	0	0,25
4.	Источники энергии нанороботов	4,25	2	2	0	0,25
5.	Управление нанороботами.	4,25	2	2	0	0,25
6.	Органы чувств нанороботов	4,25	2	2	0	0,25
7.	Методы проектирования, моделирования и оптимизации нанороботов. Производство нанороботов.	4,5	2	2	0	0,5
	<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>	<b>30,5</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>2,0</b>
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	1	1	0	1
	Промежуточная аттестация (ИКР)	2	0,5	1	0	0,5
	Подготовка к текущему контролю	5	1	2	0	2
	Общая трудоемкость по дисциплине	1	0,4	0,4	0	0,2

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Введение в теорию создания нанороботов	Предпосылки к созданию нанороботов. Потребность в нанороботах. Потенциальные возможности и перспективы использования нанороботов.	ПЗ/ Д
2.	Нанороботы как нанодинамические системы	Нанороботы как Шредингеровские атомно-молекулярные системы. Нанороботы как супермолекулярные колебательно-вращательные системы. Векторные модели молекулярных частей нанороботов. Резонансные частоты колебаний частей нанороботов. Роль межмолекулярных и водородных связей в динамике структурных частей нанороботов.	ПЗ / Д
3.	Молекулярные машины в качестве основы нанороботов	Кинематические схемы наноустройств. Основные виды молекулярных машин, пригодных для создания нанороботов. Наномоторы для нанороботов. Манипуляторные системы нанороботов. Нанонагреватели.	ПЗ / Р
4.	Источники энергии нанороботов	Использование аденозинтрифосфата в качестве топлива для нанороботов. Использование глюкозы и молочной кислоты в качестве топлива для нанороботов. Использование нанобатарей для энергопитания нанороботов. Использование оптической накачки для энергопитания нанороботов. Использование электромагнитных полей для энергопитания нанороботов.	ПЗ / Д
5.	Управление нанороботами	Управление нанороботами посредством электромагнитных импульсов. Управление нанороботами посредством магнитных полей. Наномеханические машины в качестве устройств управления нанороботами. Органы движения нанороботов. Манипуляторы нанороботов. Методы удаления и деструкции нанороботов.	ПЗ / Д
6.	Органы чувств нанороботов	Химические наносенсоры и термические биосенсоры в качестве органов чувств нанороботов. Основные типы химических и биохимических наносенсоров, применимых для нанороботов.	ПЗ / Д
7.	Компьютерные методы проектирования, моделирования и оптимизации нанороботов	Методы молекулярной механики для создания моделей нанороботов. Методы молекулярной динамики для моделирования движения и манипуляций с нанороботами. Возможности компьютерных программ в создании моделей нанороботов.	Р / Д
8.	Производство нанороботов	Молекулярные ассемблеры для сборки нанороботов. ДНК–основанные нанороботы. Возможности наноэлектромашинирования для создания нанороботов. Применение метода атомно-силовой микроскопии для создания нанороботов. Применение нанолитографии для создания нанороботов. Наномодификация биоклеток для создания нанороботов.	ПЗ / Д

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Введение в теорию создания нанороботов.	Потребность в нанороботах. Потенциальные возможности и перспективы использования нанороботов.	
2.	Нанороботы как нанодинамические системы.	Нанороботы как атомно-молекулярные системы в виде шредингеровских моделей. Нанороботы как супермолекулярные колебательно-вращательные системы. Векторные модели молекулярных частей нанороботов. Резонансные частоты колебаний частей нанороботов. Роль межмолекулярных и водородных связей в динамике структурных частей нанороботов.	ПЗ / Д
3.	Молекулярные машины в качестве основы нанороботов.	Кинематические схемы наноустройств. Основные виды молекулярных машин, пригодных для создания нанороботов. Наномоторы для нанороботов. Манипуляторные системы нанороботов. Нанонагреватели.	ПЗ / Д
4.	Источники энергии нанороботов.	Использование АТФ, глюкозы и молочной кислоты в качестве топлива для нанороботов. Использование нанобатарей для энергопитания нанороботов. Использование оптической накачки для энергопитания нанороботов. Использование электромагнитных полей для энергопитания нанороботов.	ПЗ / Д / решение ситуационных задач
5.	Управление нанороботами.	Управление нанороботами посредством электромагнитных импульсов. Управление нанороботами посредством магнитных полей. Наномеханические машины в качестве устройств управления нанороботами. Органы движения нанороботов. Манипуляторы нанороботов. Методы удаления и деструкции нанороботов.	ПЗ / Д / решение ситуационных задач
6.	Органы чувств нанороботов.	Химические наносенсоры и термические биосенсоры в качестве органов чувств нанороботов. Основные типы химических и биохимических наносенсоров, применимых для нанороботов.	ПЗ / Д / решение ситуационных задач
7.	Компьютерные методы проектирования, моделирования и оптимизации нанороботов.	Методы моделирования структуры и динамики нанороботов. Возможности компьютерных программ в создании моделей нанороботов.	ПЗ / Д
8.	Производство нанороботов.	Молекулярные ассемблеры для сборки нанороботов. Возможности наноэлектромашинирования для создания нанороботов. Применение метода атомно-силовой микроскопии для создания нанороботов. Применение нанолитографии для создания нанороботов. Наномодификация биоклеток для создания нанороботов.	Р / Д

Практическое занятие (ПЗ), написание реферата (Р), подготовка доклада (Д).

В учебном плане лабораторных занятий по данной дисциплине не предусмотрено.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

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

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного теоретического материала	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
2	Подготовка к защите лабораторных работ	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
3	Реферат	Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/93331">https://e.lanbook.com/book/93331</a> .
	Доклад-презентация	Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с. – Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660</a> .

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины «Нанороботы» предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

## 9. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Нанороботы».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме реферата/доклада-презентации по проблемным вопросам, ситуационных задач и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.1. Владение навыками основ проектирования, создания, контроля наноразмерных робототехнических устройств	<p><u>Знает:</u> основы проектирования, создания, контроля наноразмерных робототехнических устройств</p> <p><u>Умеет:</u> делать выводы о работоспособности наноразмерных робототехнических устройств по диагностическим данным</p> <p><u>Владет:</u> приёмами анализа данных по диагностике состояния наноразмерных робототехнических устройств</p>	Реферат, доклад, сообщение	Вопрос на зачете 1-27

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

#### *Примерный перечень ситуационных задач*

Ниже приводятся примеры практических заданий для рабочей программы.

1. Предложите методику мониторинга состояния биомедицинских нанороботов. Сравните технологические и экономические затраты для различных вариантов.

2. Предложите экспериментальную методику мониторинга работоспособности нанороботов–деструкторов для утилизации биологических отходов.

3. Предложите экспериментальную методику мониторинга работоспособности нанороботов–деструкторов для утилизации радиоактивных отходов.

4. Предложите методику низкостоимостной проверки функционального состояния нанороботов посредством использованием электромагнитных волн СВЧ-диапазона. Сравните технологические и экономические затраты для различных вариантов.

#### *Тематика рефератов/докладов*

1. Потенциал использования нанороботов в микроэлектронной промышленности.
2. Потенциал использования нанороботов в микробиологической промышленности.
3. Потенциал использования нанороботов в биомедицинских исследованиях.
4. Потенциал использования нанороботов медицине.
5. Потенциал использования нанороботов в военном деле.
6. Механистический подход к выбору облика нанороботов.
7. Биомиметический подход к выбору облика нанороботов.



8. Создание магнитных центров в структурах нанороботов.
9. Создание актюаторных центров в структурах нанороботов.
10. Создание управляющих центров в структурах нанороботов.
11. Создание активирующих центров в структурах нанороботов.
12. Создание дезактивирующих центров в структурах нанороботов.
13. Нанобатареи для нанороботов.
14. Нанохарвестеры для нанороботов.
15. Нанороботы для движения по поверхностям.
16. Нанороботы для движения в жидкостях и биосредах.
17. Нанороботы–ассемблеры.
18. Нанороботы–деструкторы.
19. Нанороботы–преобразователи.
20. Химические сенсоры для нанороботов.
21. Физические сенсоры для нанороботов.

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

**Вопросы для подготовки к зачету**

- 1) Потенциальные возможности и перспективы использования нанороботов.
- 2) Нанороботы как атомно-молекулярные системы в виде шредингеровских моделей.
- 3) Нанороботы как супермолекулярные колебательно-вращательные системы.
- 4) Роль межмолекулярных и водородных связей в динамике структурных частей нанороботов.
- 5) Кинематические схемы наноустройств.
- 6) Основные виды молекулярных машин, пригодных для создания нанороботов.
- 7) Наномоторы для нанороботов.
- 8) Манипуляторные системы нанороботов.
- 9) Использование аденозинтрифосфата в качестве топлива для нанороботов.
- 10) Использование нанобатарей для энергопитания нанороботов.
- 11) Использование оптической накачки для энергопитания нанороботов.
- 12) Использование электромагнитных полей для энергопитания нанороботов.
- 13) Управление нанороботами посредством электромагнитных импульсов.
- 14) Управление нанороботами посредством магнитных полей.
- 15) Органы движения нанороботов.
- 16) Методы удаления и деструкции нанороботов.
- 17) Химические наносенсоры и термические биосенсоры в качестве органов чувств нанороботов.
- 18) Основные типы химических и биохимических наносенсоров, применимых для нанороботов.
- 19) Методы молекулярной механики для создания моделей нанороботов.
- 20) Методы молекулярной динамики для моделирования движения и манипуляций с нанороботами.
- 21) Возможности компьютерных программ в создании моделей нанороботов.
- 22) Молекулярные ассемблеры для сборки нанороботов.
- 23) ДНК–основанные нанороботы.
- 24) Возможности наноэлектромашинирования для создания нанороботов.
- 25) Применение метода атомно-силовой микроскопии для создания нанороботов.
- 26) Применение нанолитографии для создания нанороботов.
- 27) Наномодификация биоклеток для создания нанороботов.

Контролируемая компетенция ПК-3: готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций

*Критерии оценивания по зачету:*

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он обладает знанием основного материала, хотя и допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, затруднения при выполнении практических задач незначительны;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части материала дисциплины, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

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 (модулю) 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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Галперин, Вячеслав Александрович. Процессы плазменного травления в микро- и нанотехнологиях : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 210100 "Электроника и микроэлектроника" / В. А. Галперин, Е. В. Данилкин, А. И. Мочалов ; под ред. С. П. Тимошенко. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. - 283 с. : ил. - (Нанотехнологии). - Библиогр.: с. 275-280.

2. Воротынцев, Владимир Михайлович. Базовые технологии микро- и нанoeлектроники : учебное пособие для студентов специальности 11.04.04 "Электроника и нанoeлектроника" / В. М. Воротынцев, В. Д. Скупов. - Москва : Проспект, 2018. - 519 с. : ил.

3. Основы нанотехнологии : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / [Н. Т. Кузнецов и др.]. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 397 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 377-397.

### **5.2. Периодическая литература**

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>

2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. Научно-теоретический журнал «Физика твердого тела» <http://journals.ioffe.ru/journals/1>
4. Научно-теоретический журнал «Журнал экспериментальной и теоретической физики» <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=8682>
5. Научный обзорный журнал «Успехи физических наук» <https://ufn.ru/>
6. Научный обзорный журнал «Успехи химии» <https://www.uspkhim.ru/>
7. Научно-производственный журнал «Нанотехнологии. Экология. Производство». [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=32568](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32568)
8. Научный обзорный журнал «Российские нанотехнологии». [https://www.elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=10601](https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=10601)

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
9. Springer Journals <https://link.springer.com/>
10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
11. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
13. zbMath <https://zbmath.org/>
14. Nano Database <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

#### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;

5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

На самостоятельную работу студентов по дисциплине «Нанороботы», согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля " Интегральная электроника, фотоника и нанoeлектроника", отводится 6,8 часов СРС от общей трудоемкости дисциплины (36 часов). Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия.

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины «Нанороботы».

Контроль осуществляется посредством устного опроса студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы;
- путем написания реферативных работ и анализ результата их открытого доклада;

– консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Нанороботы» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы студентов по учебным неделям (18 недель):

### Типовые задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
1.	Введение в теорию создания нанороботов	0,4	Доклад.	2
2	Нанороботы как нанодинамические системы	1	Доклад.	2
3.	Молекулярные машины в качестве основы нанороботов	1	Устный ответ. Реферат.	2
4.	Источники энергии нанороботов	1	Устный ответ. Реферат.	2
5.	Управление нанороботами	1	Устный ответ. Реферат.	2
6.	Органы чувств нанороботов	1	Устный ответ. Реферат.	4
7.	Компьютерные методы проектирования, моделирования и оптимизации нанороботов. Производство нанороботов	1,4	Устный ответ. Реферат.	4
<b>Итого:</b>		<b>6,8</b>		<b>18</b>

**Занятия лекционного типа** являются одной из основных форм обучения студентов, во время которых студентам предоставляется возможность ознакомиться с основными научно-теоретическими положениями, проблемами дисциплины, получить необходимое направление и рекомендации для самостоятельной работы с учебниками, учебными пособиями, при подготовке к семинарским занятиям. Лекция является результатом кропотливой подготовки преподавателя, изучения и обобщения научной и учебной литературы. Столь же усердной должна быть и подготовка студента накануне лекции, посредством изучения соответствующей учебной литературы, повторения ранее пройденных тем.

Во время лекции следует записать дату ее проведения, тему, план лекции, вопросы, которые выносятся на самостоятельное изучение, отметить новинки учебной и научной литературы, рекомендованные лектором. Студентам рекомендуется конспектировать ее основные положения, не стоит пытаться дословно записать всю лекцию, поскольку скорость лекции не рассчитана на дословное воспроизведение выступления лектора в конспекте, тем не менее она является достаточной для того, чтобы студент смог не только усвоить, но и зафиксировать на бумаге сущность затронутых лектором проблем, выводы, а также узловые моменты, на которые обращается особое внимание в ходе лекции. На лекции студенту рекомендуется иметь на столах помимо конспектов также программу курса, которая будет способствовать развитию мнемонической памяти, возникновению ассоциаций между выступлением лектора и программными вопросами. В случае возникновения у студента по ходу лекции вопросов, их следует задавать сразу же или в конце лекции в специально отведенное для этого время.

**Занятия семинарского типа** представляют собой одну из важных форм самостоятельной работы студентов. Подготовка к практическим занятиям не может

ограничиться слушанием лекций, а предполагает предварительную самостоятельную работу студентов в соответствии с методическими разработками по каждой запланированной теме.

В организации практических занятий реализуется принцип совместной деятельности, сотворчества. Семинар также является важнейшей формой усвоения знаний. В процессе подготовки к семинару закрепляются и уточняются уже известные и осваиваются новые категории. Семинар как развивающая, активная форма учебного процесса способствует выработке самостоятельного мышления студента, формированию информационной культуры.

**Самостоятельная работа** содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

- теоретическую самоподготовку к лабораторным занятиям и к зачету по конспектам и учебной литературе;
- оформление отчетов по результатам лабораторных работ (о выполненной лабораторной работе студенты отчитываются преподавателю на следующем (очередном) лабораторном занятии);
- подготовка реферата по одной из тем учебной дисциплины;
- подготовка презентации по теме реферата и выступление с докладом на одном из лекционных занятий.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала и приобретению навыков экспериментальной работы.

Для запоминания лекционного материала (в том числе и в период подготовки к зачету) студенту необходимо хорошо знать свойства памяти и активно пользоваться мнемотехническими приемами. Методические рекомендации по запоминанию можно найти и в Интернете по ключевым словам: «память», «мнемоника», «мнемотехника», «как запомнить учебный материал». Желательно также ознакомиться с приемами конспектирования, т.е. со способами сокращения записи слов и словосочетаний, например, применяемыми в словарях и энциклопедиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

**Доклад** — это результат самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое устное изложение в течении 5-8 минут результатов теоретического анализа или экспериментального исследования в рамках определенной научной темы. В ходе публичного доклада студент должен раскрыть суть анализируемой работы и высказать собственные взгляды на рассматриваемые проблемы.

Подготовка докладов необходима в целях приобретения студентами необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного поиска и анализа научных источников. С помощью доклада студенты при его прослушивании глубже постигают сложные проблемы курса, учатся лаконично пересказывать содержимое научных источников, обобщать выводы и делать заключение.

Подготовка доклада способствует формированию умения поиска научных источников и развитию умения анализировать научные статьи и сообщения.

Качество доклада оценивается по тому, насколько его содержание соответствует заданной теме, какие использованы первоисточники, насколько последовательно он изложен.

Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу. При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

С точки зрения методики проведения семинар представляет собой комбинированную, интегративную форму учебного занятия. Для подготовки и точного и полного ответа на семинарском занятии студенту необходимо серьезно и основательно подготовиться. Для этого он должен уметь работать с учебной и дополнительной литературой, а также знать основные критерии для написания реферата или подготовки доклада, если семинар проходит в данной форме. В конце занятия, после подведения его итогов преподавателем студентам рекомендуется внести изменения в свои конспекты, отметить информацию, прозвучавшую в выступлениях других студентов, дополнения, сделанные преподавателем и не отраженные в конспекте.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 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.
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 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.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения

<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation).</li> <li>2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).</li> <li>3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.</li> <li>4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.</li> </ol>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.203)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation).</li> <li>2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).</li> <li>3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.</li> <li>4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.</li> </ol>