


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры теоретической  
физики  
протокол № от «12» января 2022 г.  
Зав. кафедрой Вахитов Вахитов Р.М.

Согласовано:  
Председатель УМК физико -  
технического института  
 (Балапанов М.Х.)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Нанобиоэлектроника  
(наименование дисциплины)

Б1.В.1.02.03 вариативная

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

**03.03.02 Физика**

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки


**Цифровые технологии физики функциональных материалов**

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

**Бакалавр**

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель) <u>ассистент Ильясова Г.Ф.</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	 <u>Вахитов Р.М.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
---	---

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022г.

Составитель / составители: \_\_\_\_\_ ассистент Ильясова Г.Ф.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_  
теоретической физики протокол № от \_\_\_\_\_ .2022г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ *Вахитов* \_\_\_\_\_ / Вахитов Р.М. /

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	
<i>4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

*(с ориентацией на карты компетенций)*

При изучении дисциплины «Нанобиоэлектроника» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

- ОПК-1: способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать: – основные представления о строении и функционировании нанобиосенсоров; – физические и физико-химические основы создания нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники;	ОПК-1	
Умения	Уметь: – рассчитывать физические характеристики нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники; – способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования источников	ОПК-1, ПК-5	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть: – терминологией дисциплины; – базовыми принципами строения и функционирования нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники.	ОПК-1	

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Нанобиоэлектроника» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 2 курсе(ах) в 4 семестре(ах).

Целями освоения дисциплины (модуля) Нанобиоэлектроника овладение теоретическими знаниями о материалах биомолекулярной электроники, действующих устройствах биомолекулярной электроники и их перспективах развития. В ходе изучения дисциплины происходит ознакомление студентов с современными представлениями в области физических свойств наноматериалов, методов получения и исследования их структуры и свойств, физических принципов функционирования информационно-преобразующих систем, технологических методов создания физических и биологических преобразователей, закономерностей функционирования биосенсорных элементов (ферментные электроды, энталпиметрические, микробные и др.).

Для успешного освоения данной дисциплины нужно освоение в качестве предшествующих следующих дисциплин «Термодинамика», «Основы биохимии.», и «Биофизика».

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

- ОПК-1: способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

Этап (уровень освоения компетенции)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать: – основные представления о строении и функционировании нанобиосенсоров; – физические и физико-химические основы создания нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники;	Имеет фрагментарные знания о строении и функционировании нанобиосенсоров; о физических и физико-химических основах создания нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники	Обладает глубокими знаниями о строении и функционировании нанобиосенсоров; о физических и физико-химических основах создания нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники
Второй этап (уровень)	Уметь: – рассчитывать физические характеристики нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники; – способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования источников	Не умеет рассчитывать физические характеристики нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники; Неспособен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения	Умеет рассчитывать физические характеристики нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники; Неспособен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения

Третий этап (уровень) П	Владеть: – терминологией дисциплины; – базовыми принципами строения и функционирования нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники.	Не владеет терминологией дисциплины и базовыми принципами строения и функционирования нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники	Владеет терминологией дисциплины и базовыми принципами строения и функционирования нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники
-------------------------	--	--	---

и сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),  
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

<b>Результаты обучения</b>		<b>Формируемая компетенция (с указанием кода)</b>	<b>Примечание</b>
<b>Знания</b>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные представления о строении и функционировании нанобиосенсоров;</li> <li>– физические и физико-химические основы создания нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники;</li> </ul>	ОПК-1	<p>Тест</p> <p>Реферат</p> <p>Устный опрос</p>
<b>Умения</b>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– рассчитывать физические характеристики нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники;</li> <li>– способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования источников</li> </ul>	ПК-5,	<p>Устный опрос</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лабораторный практикум</p>
<b>Владения (навык и / опыт деятельности)</b>	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– терминологией дисциплины;</li> <li>– базовыми принципами строения и функционирования нанобиосенсоров и нанобиоэлектроники</li> </ul>	ОПК-1	<p>Тест</p> <p>Устный опрос</p>



### 4.3 Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

#### Примерная тематика рефератов

1. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ).
2. Устройство и принцип работы атомно-силового микроскопа, туннельного микроскопа.
3. Оптическая микроскопия ближнего поля.
4. Инструментальные методы СЗМ: управляемое манипулирование нанообъектами.
5. Нанолитография с помощью СТМ-микроскопа.
6. Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем.

#### Критерии оценки (в баллах):

- **12-15 баллов** выставляется студенту, если студент полностью раскрыл тему доклада, дал полные, развернутые ответы на все дополнительные вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов по данной теме. Реферат оформлен согласно требованиям.

- **9-11 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл тему реферата, однако допущены ошибки при оформлении реферата. Студент ответил не на все дополнительные вопросы.

- **6-8 баллов** выставляется студенту, если при докладе студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота реферата страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Есть несущественные замечания к оформлению реферата.

- **1-5 баллов** выставляется студенту, если доклад свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий по теме. Обнаруживается отсутствие навыков поиска информации. Структура реферата, оформление не соответствует требованиям.

#### Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля:

В конце семестра проводится одна контрольная работа, охватывающая весь пройденный материал. Контрольная работа включает 2 вопроса:

Проверяются компетенции ОПК-1; ПК-5

- 1 Обзор бионаноматериалов.
- 2 Реализованные на практике устройства биомолекулярной электроники.
- 3 Обзор перспективных направлений биомолекулярной электроники.
- 4 Примеры самоорганизующихся систем.
- 5 Реакция Белоусова-Жаботинского.
- 6 Консервативные и диссипативные системы.
- 7 Нелинейность и обратные связи.
- 8 Бифуркации.
- 9 Реакционно-диффузионный процессор.
- 10 Молекулярные материалы.

- 11 Межмолекулярное взаимодействие.
- 12 Электрические и оптические свойства молекулярных материалов.
- 13 Распознающие элементы сенсоров.
- 14 Трансдюсеры.
- 15 Характеристики сенсоров.
- 16 Потенциметрические, амперометрические, кондуктометрические биосенсоры.
- 17 Сенсоры на основе вирусов.
- 18 Структура полинуклеотидной цепи.
- 19 Способность ДНК к самосборке.
- 20 Варианты пространственной структуры ДНК, отличные от двойной спирали структуры: триплексы, квадруплексы.
- 21 Материалы на основе ДНК.
- 22 Применение ДНК-оригами для литографии.
- 23 ДНК-электроника.
- 24 Проводимость ДНК.
- 25 Вычисления на основе ДНК.

***Критерии оценки (в баллах):***

**(30 баллов)**

Ответ на вопрос должен показать глубокие, прочные знания студента. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать современные данные науки. Студент должен устанавливать причинно-следственные связи, применять знания в новой ситуации. Студент должен продемонстрировать умение делать аргументированные выводы.

**(20 баллов)**

Ответ студента должен показать глубокие, прочные знания. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать данные современной науки. Студенту необходимо устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов объективности и научности. В ответе допускаются отдельные несущественные неточности.

**(10 баллов)**

Ответ на вопросы должен показать знания поставленных вопросов. Необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, фактический материал, использовать данные современной науки. В ответе могут допускаться существенные ошибки и неточности.

**(0 баллов)**

Ответ на поставленные вопросы показывает незнание его содержания, основных понятий, терминов. Студент не умеет устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов научности и объективности, анализировать указанные источники. Ответ студента не соответствует вопросу, а также при отсутствии ответа и при отказе от ответа.

Преподаватель может поощрить студентов за участие в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, за активную работу на аудиторных занятиях, за публикации статей в виде поощрительных баллов (до 10 баллов за семестр).

## Участие в конференциях, публикация статей

### Публикация статей – 5 баллов

Критерии	Оценка (в баллах)	
Тип работы	Реферативная работа	0,1
	Работа носит исследовательский характер	0,3
	Работа является исследованием	0,6
Использование известных данных и научных фактов	Не использует никаких данных	0
	Автор использовал известные данные	0,4
	Использованы уникальные научные данные	0,6
Полнота цитируемой литературы, ссылка на ученых	Использован учебный материал	0,1
	Использованы специализированные издания	0,3
	Использованы интернет ресурсы	0,6
Актуальность работы	Изучение вопроса не является актуальным	0
	Представленная работа привлекает интерес своей актуальностью	0,4
	Работа содержит научный характер	0,6
Степень новизны полученных результатов	Работа не содержит ничего нового	0
	В работе доказан уже установленный факт	0,4
	В работе получены новые данные	0,6

### Участие в конференции- 5 баллов

Творческий подход к отбору и структурированию материала	-	<i>1 балл</i>
Новизна и самостоятельность при постановке проблемы	-	<i>1 балл</i>
Выступление не является простым чтением с экрана	-	<i>1 балл</i>
В выступлении дополняются и раскрываются ключевые моменты, представленные на слайдах	-	<i>1 балл</i>
Во время выступления поддерживается зрительный контакт с аудиторией, речь отличается богатством интонаций	-	<i>1 балл</i>

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература

1. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера. 2006. 336 с.
2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.:Физматлит. 2005. 416 с.
3. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. М.: БИНОМ. 2005. 134 с.
4. Ландре Э. Общие направления развития нанотехнологии до 2020 г.//Российские нанотехнологии. 2007. – Т. 2. - №3,4. – С. 8-15.
5. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика: В 3т. М.: Мир, 1987.
6. Гилберт С. Биология развития. М., Изд. «Мир», 1999, (в трех томах).
7. Молекулярная элементная база перспективных информационно-логических устройств. Итоги науки и техники. Электроника. 1987, т.22.
8. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры. М.: Техносфера. 2005. 335 с.
9. Харт Х. Введение в измерительную технику. М.:Мир. 1999. 391 с.
10. Березин И. В. и др. Имобилизованные ферменты. Биотехнология. 1987. т.7. М.: Высшая школа.
11. Корыта И. Ионы, электроды, мембраны. М.; Мир. 1983. 264 с.
12. Кулис Ю.Ю. Аналитические системы на основе иммобилизованных ферментов. 1981.
13. Стародуб Н.Ф. Неэлектродные биосенсоры - новое направление в биохимической диагностике. Биополимеры и клетка. 1989, т.5, №1, 5-15.
14. Неизотопные методы иммуноанализа. Итоги науки и техники. Биотехнология, 1987, т.3.
15. *Карасев В.А., Лучинин В.В.* Введение в конструирование бионических наносистем Москва 2009

#### Дополнительная литература

1. Евдокимов Ю.М., Захаров М.А., Скуридин С.Г. Нанотехнология на основе нуклеиновых кислот // Вестн. РАН. - 2006. - Т.76, N 2. - С.112-120.
2. Биосенсоры: основы и приложения. Ред. Э. Тернер, И. Карубе, Дж. Уилсон. М., Мир, 1992.
3. Искусственные мембранные структуры и перспектива их использования. Биологические мембраны. 1988. т.5. №12, с.1237-1269.
4. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Академия. 2005. 187 с.
5. Андриюшин Е.А. Сила нанотехнологий: наука & бизнес. Фрязино: Век2 2007. 159 с.
6. Заседателев А.С. Нанобиотехнологии с макро- и микропериферией: биологические микрочипы // Экология - XXI век. - 2005. - N 3(27). - С.91-93.
7. Скуридин С. Г. и др. Молекулярные конструкции на основе жидких кристаллов двухцепочечных молекул нуклеиновых кислот: образование, свойств, практическое использование. // Жидкие кристаллы. -2003, вып. 3. – С. 48-68.
8. Рамбиди Н.Г., Замалин В.М. Молекулярная микроэлектроника: истоки и надежды. Знание. сер.Физика. 1985, №11.

9. Щука А. А. Нанoeлектроника - М. :Физматкнига, 2007. - 463 с.

10. Стив Дж. В., Этвуд Дж. Л., Супрамолекулярная химия. - т. 1, 2. – Москва: Академкнига, 2007.

**5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/>
2. <http://cellbio.utmb.edu/cellbio/>
3. <http://obi.img.ras.ru/humbio/>
4. <http://medicine1.narod.ru/>
5. <http://www.ntmdt.ru/> (Принципы СЗМ, СЗМ методики)
6. <http://nano.msu.ru/>
7. <http://nanomedicine.ru/>

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

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Аудитория</i>	<i>Лекции</i>	<i>Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска и т.д.</i>
<i>Аудитория</i>	<i>Практические занятия</i>	<i>Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска и т.д.</i>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины      Нанобиоэлектроника

     на   4   семестр  
 (наименование дисциплины)

     очная       
 форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2,66/96
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
Лекций	32
практических/ семинарских	64
Лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	-
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	-
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма(ы) контроля:

зачет   4   семестр

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Лекционный курс

**1. Введение.** История развития нанотехнологий. Положение нанобъектов на шкале размеров. Физические и технологические пределы миниатюризации. Перспективы развития нанотехнологий.

**2. Наноматериалы.** Изменение физико-химических свойств вещества при масштабировании размеров от макро- к микро- и нано-. Причины отличий физико-химических свойств нанобъектов от макроскопических объектов. Особенности физических взаимодействий для наноразмерных структур. Спинтроника нанобъектов. Неорганические и органические наноматериалы. Наноструктурированные 1D, 2D и 3D материалы. Графен, фуллерены, нанотрубки, дендримеры. Квантовые точки. Нанопористый кремний. Природные наносистемы. Биомолекулярные наночастицы. ДНК, белки, полисахариды, молекулярные ансамбли. Наноструктуры, образуемые липидами (монослои, мицеллы, липосомы, мембраны). Функциональные наноструктурированные материалы. Модификация ионной проводимости мембран, параметрическое управление функциями биоструктур, биомеханические системы (наномоторы, искусственная мышца, фильтрация, регуляция механической прочности и т.д.), материалы медицинского назначения. Природные нанокompозитные системы (костная ткань).

**3. Основные принципы формирования наноструктур.** Создание нанобъектов: «снизу-вверх» или «сверху-вниз». Физические и химические методы. Фотолитография как традиционный метод формирования планарных микро- и наноструктур. Проблемы фотолитографии. Рентгенолитография. Электронно-лучевая и ионно-лучевая литография. Молекулярно-лучевая и газофазная эпитаксия. Нанолитография. Самоорганизация нанобъектов и её использование при создании наноматериалов. Процессы зародышеобразования в газовых и конденсированных средах. Агрегация и дезагрегация наночастиц. Методы химической гомогенизации (соосаждение, «золь-гель» метод, криохимическая технология и др.). Островковые структуры и монослои. Мицеллообразование. Технология гетерофазного получения нанопокровов (Лэнгмюра – Блоджетт). Биомембраны. Рафты. Молекулярная организация вирусных наночастиц. Использование биоструктур в качестве темплатов для получения наноматериалов

**4. Методы исследования наноматериалов и наноструктур.** Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Устройство и принцип работы атомно-силового микроскопа, туннельного микроскопа. Оптическая микроскопия ближнего поля. Инструментальные методы СЗМ: управляемое манипулирование нанобъектами. Нанолитография с помощью СТМ-микроскопа. Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем.

**5. Нанотоксичность и безопасность.** Возможные риски при производстве и использовании наноматериалов. Факторы потенциальной нанотоксичности. Примеры токсического воздействия наноматериалов. Биобезопасность.

**6. Современные биологические технологии.** Классификация биологических технологий. Примеры биологических технологий. Программы исследований в области биотехнологий (на примере России).

**7. Биоинженерия информационно-преобразующих систем.** Применение принципов биологической эволюции для создания технических устройств. Генетический алгоритм. Модели «квазивидов», «гиперциклов», «сайзеров». Концепции нейрокомпьютера и биокомпьютера. Биочипы. Основные этапы создания информационно-логических систем.

**8. Молекулярная электроника.** Направления молекулярной электроники. Элементы молекулярных электронных устройств. Основные процессы, которые могут быть использованы в молекулярных устройствах. Методы создания молекулярных электронных устройств. Проводящие полимеры. Биомолекулярные электронные системы. Применение полимолекулярных электронных устройств. Биоимплантаты.

**9. Биосенсоры.** Принципы молекулярного распознавания биологических макромолекул. Понятие измерительного преобразования. Биологические и технические преобразователи информации. Обобщённая структурная схема биосенсора. Методы проведения измерений.

**10. Ферментные электроды.** Имобилизованные ферменты. Носители для иммобилизации ферментов и их активация. Физическая и химическая иммобилизация ферментов. Потенциометрические ионселективные электроды. Газовые сенсоры. Кондуктометрические датчики. Амперометрические датчики. Электрод Кларка. Потенциометрические ферментные электроды. Амперометрические ферментные электроды. Избирательность и стабильность действия ферментных электродов.

**11. Неэлектродные сенсорные системы.** Термохимия ферментативных реакций. Энтальпиметрические сенсоры. Количественные закономерности функционирования энтальпиметрических сенсоров. Сенсоры на основе микроорганизмов. Функциональность микробных сенсоров. Моделирование действия микробных сенсоров. Сенсорные системы на основе микровесов, полевых транзисторов, волоконной оптики, термисторов, емкостных измерительных преобразователей нефарадеевского типа и др.

**12. Нанобиоаналитические системы.** Иммунохимические аналитические системы. Взаимодействие «антиген-антитело». Возможные методы регистрации реакции «антиген-антитело». Радиоиммунный, иммунолюминесцентный методы. Иммуно-ферментный анализ. Иммуносенсоры. ДНК-чипы, «lab-on-a-chip». Микро- и наноэлектромеханические системы (МЭМС и НЭМС). Наномедицина.

**13. ДНК-технология** Структура полинуклеотидной цепи. Способность ДНК к самосборке. Варианты пространственной структуры ДНК, отличные от двойной спирали структуры: триплексы, квадруплексы. Материалы на основе ДНК. Применение ДНК-оригами для литографии. ДНК-электроника. Проводимость ДНК. Вычисления на основе ДНК.

## **Практический курс**

Лабораторный практикум выполняется в соответствии с графиком и календарным планом. С содержанием и планом прохождения практикума, требованиями к выполнению работ и оформлению отчетов студенты знакомятся на первом вводном занятии. В конце занятия студент должен получить индивидуальное задание для подготовки к очередной лабораторной работе. Перед каждой работой студент проходит краткое собеседование с преподавателем для выяснения уровня готовности к выполнению задачи. Результаты собеседования учитываются при выставлении оценки за выполнение работы. Также студентами подготавливается отчет по лабораторной работе и на следующем занятии защищает отчет, отвечая на контрольные вопросы.



№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)	Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
----------	-------------------	--	--	---	---

- 1.Лабораторная работа №1** Использование операторов матричного исчисления в среде MatLab
- 2. Лабораторная работа №2** Использование операторов для работы с массивами в среде MatLab
- 3.Лабораторная работа №3** Использование операторов с условием и циклических операторов в MatLab
- 4.Лабораторная работа №4** Расчет распределения электронной плотности в канале нанотранзистора
- 5.Лабораторная работа №5** Расчет выходной электрической характеристики нанотранзистора

		ЛК	ПР /С Е М	Л Р	С Р			
1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Введение. История и перспективы развития нанотехнологий.	2	2			1,2,3,4		Контрольная работа
2.	Нanomатериалы. Физико-химические свойства наноматериалов.	2	2			1,2,3		Контрольная работа
3.	Нanomатериалы. Неорганические и органические наноматериалы.	2	2			1,2,3		Контрольная работа
4.	Основные принципы формирования наноструктур.	2	2			1,2,3		Контрольная работа
5.	Методы исследования наноматериалов и наноструктур.	2	2			1,2,3		Контрольная работа
6.	Нанотоксичность и безопасность.	2	2			1,2,3		Контрольная работа
7.	Современные биологические технологии.	2	2			5,6		Контрольная работа
8.	Биоинженерия информационно-преобразующих систем.	2	2			7,8		Контрольная работа
9.	Молекулярная электроника.	2	6			7,13		Контрольная работа
10.	Биосенсоры.	2	2			8,9,13		Контрольная работа
11.	Ферментные электроды.	2	2			10, 11, 12		Контрольная работа
12.	Неэлектродные сенсорные системы.	2	2			11,13		Контрольная работа
13.	Нанобиоаналитические системы.	2	2			13,14		Контрольная работа
14.	ДНК-технология Вычисления на основе ДНК. Электроника на ДНК	2	2			15		Контрольная работа

15.	Тест	2						
16.	Контрольная работа	2						

Приложение № 2  
Макет рабочей программы  
дисциплины (модуля)

**Рейтинг – план дисциплины**

Нанобиоэлектроника

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление/специальность 03.03.02 Физика

курс 4, семестр 2

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный

<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>25</b>
1. Доклад	15	1	0	15
2. Тестирование	5	2	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				<b>25</b>
1. Реферат	15	1	0	15
2. Защита задач	5	2	0	10
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>25</b>
1. Доклад	15	1	0	15
Тестирование	5	2	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				<b>25</b>
1. Реферат	15	1	0	15
2. Защита задач	5	2	0	10
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада			0	3
2. Публикация статей			0	4
3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)			0	3
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
Зачет				<b>60</b>