

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
биологической и медицинской  
физики**

**Д.В. Кузьмин**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Основы инженерии для нанобиотехнологий
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Биофизика и инженерия в нанобиотехнологиях Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 15 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 15 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: А.В. Пушкарев, канд. физ.-мат. наук, преподаватель

Программа обсуждена на заседании центра образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики 28.12.2023

## Аннотация

Программа «Основы инженерии для нанобиотехнологий» предназначена для изучения биологического приборостроения, многообразия и развития приборной базы, а также основных технологий и устройств для работы в области нанобиотехнологий. В рамках программы участники изучат основные принципы и технологии приборостроения, а также применение инженерных решений для создания биомедицинских приборов и технологий на основе наноматериалов. Кроме того, программа включает практические занятия по проектированию и созданию инновационных устройств, что позволит выпускникам успешно применять полученные знания в сфере нанобиотехнологий и участвовать в разработке передовых технологий для медицины и биологии.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- приобретение знаний и навыков в области инженерии. Успешное применение инженерных методов и подходов при работе в области нанобиотехнологий.

#### Задачи дисциплины

- изучение основных понятий и принципов приборостроения и инженерии для нанобиотехнологий;
- анализ современных технологий и методов измерения;
- разработка и проектирование приборов для биомедицинских и биотехнологических целей;
- успешное применение инженерных методов и подходов при работе в области нанобиотехнологий;
- исследование методов и принципов безопасности при работе с биомедицинскими приборами и наноматериалами;
- разработка инновационных решений в области нанобиотехнологий с использованием знаний по приборостроению и инженерии.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной задачи	УК-3.4 Способен планировать командную работу, распределять поручения членам команды, организовать обсуждение разных идей и мнений
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)

**3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы приборостроения и инженерии, применяемые в нанобиотехнологиях;
- как выбирать и проектировать приборы для работы с биологическими системами;
- применение инженерных методов и подходов при работе в области биомедицины;
- основные методы и техники работы с биологическими приборами;
- современные тенденции и направления развития в области приборостроения для нанобиотехнологий;
- навыки работы с основным оборудованием и приборами для биомедицинских экспериментов;
- как проводить и анализировать результаты экспериментов при помощи приборов и оборудования.

уметь:

- проектировать и создавать приборы для проведения экспериментов в нанобиотехнологиях;
- применять основные методы и технологии измерений и анализа в нанобиотехнологиях;
- проводить эксперименты и обрабатывать полученные данные в соответствии с требованиями науки и техники;
- понимать принципы безопасной работы с оборудованием и материалами в лаборатории нанобиотехнологий;
- владеть навыками работы с инженерным оборудованием и инструментами;
- быть способным критически мыслить и анализировать полученные результаты;
- эффективно искать литературу и другую специальную информацию в избранной области науки;
- анализировать научные статьи по теме инженерии и приборостроения в области биомедицинских исследований.

владеть:

- знаниями основ биологического приборостроения;
- профессиональной терминологией;
- навыками работы с лабораторным оборудованием;
- навыками проектирования лабораторного оборудования;
- инженерными методами и подходами при работе в области нанобиотехнологий;
- умением анализировать полученные данные;
- умение применять полученные знания и навыки в практической деятельности.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий****4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий**

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Многообразие приборной базы и развитие приборостроения, составляющие части приборов.	2			10
2	Биосенсоры, регистрация колориметрических, флуоресцентных и биолуминесцентных меток.	2		2	6

3	Детекторы в приборах.	2		2	6
4	Детекторы оптического излучения.	2		2	10
5	Оптические элементы в приборах.			2	10
6	Источники света в приборах.	2		2	5
7	Механические составляющие приборов.			2	5
8	Типы двигателей и способы управления ими.	2			6
9	Управляющие контроллеры, их отличия и подходы к программированию.	2			6
10	Виды шин передачи данных и работа с ними.	1		3	6
11	Программное обеспечение приборов.				5
Итого часов		15		15	75
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

##### Семестр: 1 (Осенний)

1. Многообразие приборной базы и развитие приборостроения, составляющие части приборов.

Различные типы приборов, их составляющие части, назначение, основы разработки и производства, а также основные технологии и методы приборостроения. Современные технологии и новейшие достижения в области инструментальной базы и разработки приборов.

2. Биосенсоры, регистрация колориметрических, флуоресцентных и биолюминесцентных меток.

Виды биосенсоров, основные характеристики, существующие проблемы в области и их решения. Способы возбуждения флуоресценции, их преимущества и недостатки, детекторы света. Виды светофильтров, основные их характеристики и методы выбора для достижения оптимальных характеристик прибора.

3. Детекторы в приборах.

Виды детекторов (температуры, влажности, напряжения, света и т.п.) и способы их подключения. Аналоговые и цифровые детекторы

4. Детекторы оптического излучения.

Принципы работы и типы детекторов оптического излучения. Их применение в различных оптических системах и устройствах.

5. Оптические элементы в приборах.

Основные свойства и особенности практического применения различных типов оптических элементов. Линзы, зеркала, призмы, оптические фильтры и другие элементы. Методы изготовления различных оптических элементов.

6. Источники света в приборах.

Различные типы источников света, их принципы работы, особенности и применение в различных приборах и устройствах. Лампы накаливания, люминесцентные лампы, Light Emitting Diodes (LED), газоразрядные лампы и другие. Эффективность и управление источниками света.

#### 7. Механические составляющие приборов.

Строение и принцип работы механических узлов и механизмов, таких как держатели образцов, оптических элементов, актюаторы, элементы корпусов приборов и т.п. Подходы к проектированию и изготовлению подобных систем.

#### 8. Типы двигателей и способы управления ими.

Различные типы электрических двигателей, их принципы работы. Основы работы с системами управления двигателями, включая электронные контроллеры и устройства для мониторинга работы двигателей.

#### 9. Управляющие контроллеры, их отличия и подходы к программированию.

Виды управляющих контроллеров, их отличия друг от друга и особенности практического применения. Микроконтроллеры: особенности программирования и границы применения.

#### 10. Виды шин передачи данных и работа с ними.

Различные виды шин передачи данных, их особенности и специфика работы.

#### 11. Программное обеспечение приборов.

Основы разработки и тестирования программного и аппаратного обеспечения для различных приборов. Основные принципы обеспечения безопасности и надежности работы программ в различных приборах.

### **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

### **6.Перечень рекомендуемой литературы**

Основная литература

Литература предоставляется на базовой кафедре:

- Fluorescent Magnetic Nanoparticles for Bioimaging through Biomimetic Surface Modification. Andrey S. Drozdov, Kristina S. Komarova, Elizaveta N. Mochalova, Elena N. Komedchikova, Victoria O. Shipunova and Maxim P. Nikitin .
- Lectin-Modified Magnetic Nano-PLGA for Photodynamic Therapy In Vivo. Vera L. Kovalenko, Elena N. Komedchikova, Anna S. Sogomonyan, Ekaterina D. Tereshina, Olga A. Kolesnikova, Aziz B. Mirkasymov, Anna M. Iureva, Andrei V. Zvyagin, Petr I. Nikitin and Victoria O. Shipunova.
- Green Synthesis of Size-Controlled in Vivo Biocompatible Immunoglobulin-Based Nanoparticles by a Swift Thermal Formation. Afanasy V. Lunin, Egor S. Korenkov, Elizaveta N. Mochalova, and Maxim P. Nikitin.
- Non-complementary strand commutation as a fundamental alternative for information processing by DNA and gene regulation. Maxim P. Nikitin.
- Metal-organic frameworks for simultaneous gene and small molecule delivery in vitro and in vivo. A. Ringaci, A.V. Yaremenko, K.G. Shevchenko S.D., Zvereva, M.P. Nikitin.
- Targeted Two-Step Delivery of Oncotheranostic Nano-PLGA for HER2-Positive Tumor Imaging and Therapy In Vivo: Improved Effectiveness Compared to One-Step Strategy. Victoria O. Shipunova, Elena N. Komedchikova, Polina A. Kotelnikova, Maxim P. Nikitin.

Дополнительная литература

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Не используются

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций. Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

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

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. В начале занятия, как правило, проводится короткий (10-15 минут) опрос по материалу прошедших занятий в устной или письменной форме. Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору.

Промежуточный контроль знаний проводится в виде опросов, на которых студенту предлагается устно ответить на теоретический вопрос и решить две задачи по теме семинара. Студенты, успешно прошедшие все формы промежуточного контроля, допускаются к сдаче экзамена по дисциплине.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Биофизика и инженерия в нанобиотехнологиях Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
<b>курс:</b>	<u>1</u>
<b>квалификация:</b>	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен	
<b>Разработчик:</b>	А.В. Пушкарев, канд. физ.-мат. наук, преподаватель

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной задачи	УК-3.4 Способен планировать командную работу, распределять поручения членам команды, организовать обсуждение разных идей и мнений
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы инженерии для нанобиотехнологий» обучающийся должен:

### знать:

- основные принципы приборостроения и инженерии, применяемые в нанобиотехнологиях;
- как выбирать и проектировать приборы для работы с биологическими системами;
- применение инженерных методов и подходов при работе в области биомедицины;
- основные методы и техники работы с биологическими приборами;
- современные тенденции и направления развития в области приборостроения для нанобиотехнологий;
- навыки работы с основным оборудованием и приборами для биомедицинских экспериментов;
- как проводить и анализировать результаты экспериментов при помощи приборов и оборудования.

### уметь:



- проектировать и создавать приборы для проведения экспериментов в нанобиотехнологиях;
- применять основные методы и технологии измерений и анализа в нанобиотехнологиях;
- проводить эксперименты и обрабатывать полученные данные в соответствии с требованиями науки и техники;
- понимать принципы безопасной работы с оборудованием и материалами в лаборатории нанобиотехнологий;
- владеть навыками работы с инженерным оборудованием и инструментами;
- быть способным критически мыслить и анализировать полученные результаты;
- эффективно искать литературу и другую специальную информацию в избранной области науки;
- анализировать научные статьи по теме инженерии и приборостроения в области биомедицинских исследований.

#### **владеть:**

- знаниями основ биологического приборостроения;
- профессиональной терминологией;
- навыками работы с лабораторным оборудованием;
- навыками проектирования лабораторного оборудования;
- инженерными методами и подходами при работе в области нанобиотехнологий;
- умением анализировать полученные данные;
- умение применять полученные знания и навыки в практической деятельности.

### **3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

Многообразие приборной базы и развитие приборостроения, составляющие части приборов.

Биосенсоры, регистрация колориметрических, флуоресцентных и биолюминесцентных меток.

Детекторы в приборах.

Виды детекторов (температуры, влажности, напряжения, света и т.п.) и способы их подключения.

Аналоговые и цифровые детекторы.

Детекторы оптического излучения.

Принципы работы и типы детекторов оптического излучения. Их применение в различных оптических системах и устройствах.

Оптические элементы в приборах.

Методы изготовления различных оптических элементов.

Источники света в приборах.

Механические составляющие приборов.

### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

- 1) Понятие биосенсоров, примеры;
- 2) Примеры применения колориметрических, флуоресцентных и биолюминесцентных меток в биосенсорах;
- 3) Способы возбуждения флуоресценции, их преимущества и недостатки;
- 4) Принцип работы некоторых детекторов температуры, влажности и способы их подключения;
- 5) Отличия аналоговых и цифровых детекторов;
- 6) Детекторы оптического излучения вы знаете. Где и в каком случае они применяются;
- 7) Принцип работы ПЗС матрицы. Отличия от КМОП;
- 8) Источники оптического излучения вы знаете, в чем особенности их применения;
- 9) Типы актюаторов особенности и границы их применения;
- 10) Принцип работы шагового двигателя и способы управления им;
- 11) Принцип работы серводвигателя и способы управления им;
- 12) Типы энкодеров, принципы их работы;
- 13) Отличия ПЛИС и микроконтроллеров, архитектуры микроконтроллеров;

- 14) Виды шин передачи данных. Типы кабелей витая пара и их применение Коаксиальный кабель;
- 15) Языки программирования, используемые для написания ПО к приборам;
- 16) Преимущества и недостатки высокоуровневых и низкоуровневых языков.

Примеры билетов:

Билет 1.

- 1) Понятие биосенсоров, примеры.
- 2) Примеры применения колориметрических, флуоресцентных и биолуминесцентных меток в биосенсорах.

Билет 2.

- 1) Принцип работы сорводвигателя и способы управления им.
- 2) Типы энкодеров, принципы их работы.

#### Критерии оценивания

Оценка "отлично" (10 баллов) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка "отлично" (9 баллов) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка "отлично" (8 баллов) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочётами.

Оценка "хорошо" (7 баллов) выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка "хорошо" (6 баллов) выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка "хорошо" (5 баллов) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка "удовлетворительно" (4 балла) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка "удовлетворительно" (3 балла) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка "неудовлетворительно" (2 балла) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка "неудовлетворительно" (1 балл) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Аттестация по дисциплине осуществляется в форме экзамена. При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.