

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1160922	Анализ и обработка биомедицинских данных

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Биотехнические системы и технологии	<b>Код ОП</b> 1. 12.03.04/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Биотехнические системы и технологии	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 12.03.04

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Смирнов Андрей Алексеевич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментальной физики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Анализ и обработка биомедицинских данных

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Изучение дисциплин модуля позволит студентам овладеть знаниями в области анализа и обработки биомедицинских данных, применяемых при создании биотехнических и медицинских систем, а также принципами математического моделирования с целью синтеза объектов и систем в области биотехнических систем и технологий. Изучение модуля дает как теоретические, так и практические знания в области анализа и обработки реальных биомедицинских данных с использованием современных информационных технологий.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Информационные технологии в биомедицинской инженерии	4
2	Методы обработки биомедицинских сигналов и данных	4
3	Моделирование биологических процессов и систем	3
4	Основы машинного обучения	3
5	Основы компьютерного зрения	4
ИТОГО по модулю:		18

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Основы живых систем
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Методология биомедицинской инженерии 2. Биомедицинская электроника

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
---------------------------	--------------------------------	--

1	2	3
Информационные технологии в биомедицинской инженерии	ПК-4 - Способен использовать современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	<p>З-1 - Характеризовать современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач обработки, передачи и хранения информации</p> <p>З-2 - Описывать алгоритмы работы разных поисковых систем и особенности составления запросов при поиске информации в сети Интернет и базах данных</p> <p>З-4 - Описывать способы и средства защиты персональных данных и данных в организации в соответствии с действующим законодательством</p> <p>У-1 - Формулировать особенности использования информационных технологий и программного обеспечения в предметной области биотехнических систем и технологий</p> <p>У-2 - Обосновывать требования информационной безопасности при использовании информационных технологий и выбирать оптимальные способы и средства защиты персональных данных и данных организации от мошенников и вредоносного программного обеспечения</p> <p>У-3 - Выбирать конфигурацию вычислительной системы, операционную систему, пакеты прикладных программ, информационные сервисы и базы данных для обработки, передачи и хранения информации в цифровой форме</p> <p>П-1 - Выполнять поставленные задачи по поиску, обработке, передаче и хранению информации в цифровой форме, используя современные технические средства, пакеты прикладных программ, информационные сервисы и базы данных</p> <p>П-2 - Обосновывать выбор технических и программных средств защиты персональных данных и данных организации при работе с информационными системами на основе</p>

		анализа потенциальных и реальных угроз безопасности информации
	ПК-5 - Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями	<p>З-2 - Излагать возможности пакетов прикладных программ для разработки и оформления текстовой, проектной и конструкторской документации</p> <p>У-3 - Применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с действующими нормативными требованиями</p> <p>П-1 - Оформлять и согласовывать текстовую, проектную и конструкторскую документацию в соответствии с нормативными требованиями</p>
Методы обработки биомедицинских сигналов и данных	ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	<p>З-2 - Перечислить и дать краткую характеристику освоенным за время обучения пакетам прикладных программ, используемых для моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования</p>
	ПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой,	<p>З-4 - Приводить примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности и критически их оценивать на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p>

	проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	П-2 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя современные пакеты прикладных программ для математического анализа и моделирования
	ПК-3 - Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий	З-3 - Описывать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий У-3 - Анализировать и объяснять полученные результаты исследований и изысканий П-1 - Осуществлять подготовку и проведение экспериментальных исследований и изысканий для решения поставленных прикладных задач, относящихся к области биотехнических систем и технологий
Моделирование биологических процессов и систем	ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования
	ПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой,	З-4 - Приводить примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности У-4 - Обоснованно выбирать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности

	проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	П-2 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя современные пакеты прикладных программ для математического анализа и моделирования
Основы компьютерного зрения	ПК-3 - Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий	З-1 - Излагать основные приемы и методы проведения экспериментальных исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к области биотехнических систем и технологий  У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий  П-2 - Составлять план проведения экспериментальных исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты
Основы машинного обучения	ПК-3 - Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий	З-1 - Излагать основные приемы и методы проведения экспериментальных исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к области биотехнических систем и технологий  У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий  П-2 - Составлять план проведения экспериментальных исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты
	ПК-4 - Способен использовать современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая	З-3 - Объяснять принципы создания информации в цифровой форме и ее использование в информационных процессах  З-5 - Приводить примеры применения информационных сервисов для решения поставленных задач  У-1 - Формулировать особенности использования информационных

	<p>требования информационной безопасности</p>	<p>технологий и программного обеспечения в предметной области биотехнических систем и технологий</p> <p>У-3 - Выбирать конфигурацию вычислительной системы, операционную систему, пакеты прикладных программ, информационные сервисы и базы данных для обработки, передачи и хранения информации в цифровой форме</p> <p>П-1 - Выполнять поставленные задачи по поиску, обработке, передаче и хранению информации в цифровой форме, используя современные технические средства, пакеты прикладных программ, информационные сервисы и базы данных</p> <p>П-2 - Обосновывать выбор технических и программных средств защиты персональных данных и данных организации при работе с информационными системами на основе анализа потенциальных и реальных угроз безопасности информации</p>
--	---	--

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Информационные технологии в**  
**биомедицинской инженерии**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Анцыгин Игорь Николаевич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Информационные технологии (основные понятия, определения, термины). Цели и задачи курса. Связь курса с другими изучаемыми дисциплинами. Место курса в медико-биологических исследованиях. Виды информационных технологий, этапы обработки информации, принципы классификации.
2	Наука об информационных технологиях (ИТ-наука)	Предмет и методы ИТ–науки. Особенности и роль ИТ–науки в информационных технологиях. Стандартизация информационных технологий, международные, национальные и отраслевые организации, обеспечивающие процесс стандартизации. Устаревание информационных технологий. Методология использования и внедрения информационных технологий.
3	Компьютер - база построения информационной системы	Компьютер – основной инструмент информационных технологий. Архитектура компьютерной информационной системы. Процессоры. Шина адресная, управляющая, шина данных. Память (кэш, ОЗУ, ПЗУ, внешние носители). Подсистема визуализации информации (видеоадаптеры, мониторы, проекторы). Объединение ресурсов. Порты. Построение сети. Принципы и реализация. Проводные и беспроводные технологии.
4	Базы данных	История развития баз данных. Системы управления базами данных (СУБД). Функции, приложения, архитектура СУБД. Языковые средства банка данных. Модели баз данных: иерархическая, сетевая, реляционная. Информационная технология поддержки принятия решений (ПИР).

		Характеристики итерационного процесса. Основные компоненты системы: база данных, база моделей, системы управления интерфейсом. Информационная технология экспертных систем (ЭС). Характеристика. Сравнение технологий ПИР и ЭС. Компоненты ЭС: интерфейс пользователя, база знаний, интерпретатор, модуль создания системы.
5	Технологии передачи данных	Компьютерная сеть. Проводные технологии (Ethernet). Беспроводные технологии (Bluetooth, Wi-Fi). Глобальные сети передачи данных. Интернет. Основные ресурсы сети. Особенности применения в медико-биологической сфере. Телемедицина. Основные понятия, задачи телемедицины, история развития. Технологические особенности телемедицины: консультации, системы динамического наблюдения, ургентная (неотложная) телемедицина, телехирургия и дистанционное обследование, телеобучение (телеобразование), военная телемедицина, космическая телемедицина. Пример построения телемедицинской сети.
6	Методы и средства защиты информации от несанкционированного доступа	Актуальность проблемы. Технические средства защиты (встроенные, внешние). Средства парольной защиты (BIOS, ОС, ПО); Аппаратные средства доверенной загрузки, аппаратно-программные комплексы разделения полномочий; Средства аутентификации и идентификации. Пароли, ключи, биометрия. Компьютерные вирусы. Типы вредоносных программ, средства и способы защиты.
7	Методы алгоритмического обеспечения, автоматизации создания и сопровождения программного обеспечения аппаратуры для медико-биологических исследований	Основные операции по подготовке и проведению исследования биообъекта. Алгоритмическое и программное обеспечение медико-биологических исследований. Понятие метода и технологии проектирования программных средств. Сущность структурного подхода к разработке Программного обеспечения. Характеристики современных CASE-средств.
8	Примеры практических реализации компьютерных технологий в медико-биологических исследованиях	Автоматизированные системы регистратуры. Электронные истории болезни. Программные средства распознавания образов. Программные пакеты контроля состояния медицинской техники и расходных материалов. Программное обеспечение для автоматизированных диагностических, терапевтических и лабораторных систем и комплексов.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических	Технология анализа образовательных задач	ПК-4 - Способен использовать современные информационные технологии и программное	П-1 - Выполнять поставленные задачи по поиску, обработке, передаче и хранению

	целях		обеспечение при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	информации в цифровой форме, используя современные технические средства, пакеты прикладных программ, информационные сервисы и базы данных
--	-------	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Информационные технологии в биомедицинской инженерии

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Долгов, В. В.; Медицинская информатика : учебное пособие.; Санкт-Петербургский медико-социальный институт, Санкт-Петербург; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/74242.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Кобринский, Б. А., Зарубина, Т. В.; Медицинская информатика : учеб. для студентов вузов, обучающихся по мед. специальностям и направлениям подгот.; Академия, Москва; 2009 (10 экз.)
2. Анцыгин, И. Н., Огородников, И. Н.; Передача результатов исследования от медицинских приборов в базу данных : лабораторный практикум для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 12.04.04 - Биотехнические системы и технологии.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (10 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).

12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Информационная база данных по биомедицинской инженерии, режим доступа <http://www.physionet.org>
2. Видеопортал по медико-биологическим вопросам, режим доступа: <http://www.med-edu.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
4. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
5. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Информационные технологии в биомедицинской инженерии**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Доска аудиторная Периферийное устройство	
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы обработки биомедицинских**  
**сигналов и данных**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Смирнов Андрей Алексеевич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение в биомедицинские сигналы	Природа биомедицинских сигналов. Примеры биомедицинских сигналов. Цели анализа биомедицинских сигналов. Трудности при снятии и анализе биомедицинских сигналов. Компьютерная диагностика.
2	Фильтрация для устранения артефактов в сигналах	Случайный шум, структурированный шум и физиологические помехи. Стационарные и нестационарные процессы. Иллюстрации артефактов на примерах. Фильтрация во временной области. Синхронное усреднение. Фильтры скользящего среднего. Операторы для устранения низкочастотных артефактов, основанные на производной. Фильтрация в частотной области. Устранение высокочастотных и низкочастотных шумов. Фильтры Баттерворта верхних и нижних частот. Устранение периодических артефактов: режекторные и гребенчатые фильтры. Оптимальная фильтрация Винера. Адаптивные фильтры для устранения помех. Гомоморфная фильтрация. Выбор подходящего фильтра.
3	Обнаружение событий и анализ форм в биомедицинских сигналах	Обнаружение событий и волн. Методы обнаружения QRS-комплекса, основанные на производной. Алгоритм обнаружения QRS-комплекса Пана-Томпкинса. Корреляционный анализ каналов ЭЭГ. Обнаружение ритмов ЭЭГ. Методы на основе взаимного спектра. Когерентный анализ каналов ЭЭГ. Согласованные фильтры. Обнаружение Р-зубца. Обобщенная линейная фильтрация. Гомоморфная деконволюция. Получение характеристики голосового тракта. Применение. Анализ ритма ЭКГ. Идентификация звуков

		сердца. Иллюстрация задачи на примерах. QRS-комплекс при бло-каде проводящих путей. Влияние ишемии и инфаркта на форму QRS-комплекса. Эктопические комплексы. Сложность формы сигналов ЭМГ. Уровень интенсивности сигнала ФКГ. Морфологический анализ волн ЭКГ. Коэффициент корреляции. Минимально-фазовое соответствие и длина сигнала. Анализ форм волн ЭКГ. Коэффициент формы. Применение. Параметризация нормальных и эктопических комплексов ЭКГ.
4	Классификация образов и диагностические решения	Классификация образов. Иллюстрация задачи на примерах. Диагностика блокады проводящих путей. Нормальный и эктопический QRS-комплекс? Имеется ли альфа ритм? Имеется ли шум? Обучение с учителем. Дискриминантные и решающие функции. Правило ближайшего соседа. Обучение без учителя. Методы поиска кластеров. Вероятностные модели и статистические решения.
5	Введение в обратные задачи	Общая схема измерений и обработки. Примеры прикладных задач. Необходимость использования устойчивых методов.
6	Обратные прикладные задачи	Обратные задачи компьютерной томографии. Рентгеновская томография (КТ). Идея КТ. Постановка задачи. Интегральные уравнения. Решение уравнений без регуляризации и с регуляризацией. 5 поколений рентгеновских томографов. Снятие влияния аппаратных искажений. Ядерно-магниторезонансная томография (МРТ). Эффект ЯМР. Эхо-сигнал, $\pi/2$ - и $\pi$ -импульсы. Реконструкция МРТ-изображений. Влияние неоднородностей полей на разрешающую способность томограмм. Способы выбора параметра регуляризации $\alpha$ в задаче синтеза.  Обратные задачи биофизики. Восстановление искаженных изображений биологических микрообъектов. Обратная задача речевой акустики.
7	Устойчивые методы решения прикладных задач	Предыстория регулярных методов. Корректность и некорректность по Адамару. Метод наименьших квадратов Гаусса. Переопределенная система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Вывод нормальной СЛАУ. Метод наименьших квадратов применительно к интегральному уравнению. Метод псевдообратной матрицы Мура-Пенроуза. Недоопределенная система линейных алгебраических уравнений. Нормальное решение и псевдообратная матрица. Метод псевдообратной матрицы применительно к другим уравнениям. Устойчивые методы решения.  Методы регуляризации, фильтрации и аппроксимации. Метод регуляризации Тихонова. Суть метода. Анализ метода. Регуляризованное интегральное уравнение. Способы выбора параметра регуляризации. Метод оптимальной линейной фильтрации Винера. Суть метода. Сравнение метода Винера и Тихонова. Метод оптимальной фильтрации Калмана-Бьюси. Одношаговый фильтр Калмана. Сравнение одношагового фильтра Калмана с методом регуляризации Тихонова. Линейная интерполяция и экстраполяция. Квадратичная

		интерполяция и экстраполяция. Полином Лагранжа. Сплайны. Кубические интерполирующие сплайны.
--	--	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы обработки биомедицинских сигналов и данных

#### Электронные ресурсы (издания)

- Немирко, А. П.; Математический анализ биомедицинских сигналов и данных; Физматлит, Москва; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485280> (Электронное издание)
- Кубланов, В. С., Поршнева, С. В.; Анализ биомедицинских сигналов в среде MATLAB : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/69577.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

- Немирко, А. П.; Математический анализ биомедицинских сигналов и данных : [монография].; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2017 (1 экз.)
- Смоленцев, Н. К.; Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB : учеб. пособие для студентов вузов специальностей математика и прикладная математика.; ДМК, Москва; 2005 (2 экз.)
- Гонсалес, Р. С., Рафаэль С., Чепыжов, В. В.; Цифровая обработка изображений в среде MATLAB; Техносфера, Москва; 2006 (2 экз.)
- Попечителей, Е. П.; Аналитические исследования в медицине, биологии и экологии : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по напр. подгот. дипломиров. специалистов "Биомед. техника" и "Биомед. инженерия".; Высшая школа, Москва; 2003 (6 экз.)
- Сысков, А. М., Кубланов, В. С.; Интеллектуальные мультимодальные интерфейсы для обработки биомедицинских сигналов : практикум для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки

09.04.02 - Информационные системы и технологии.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2021 (10 экз.)

6. , Кубланов, В. С.; Биомедицинские сигналы и изображения в цифровом здравоохранении: хранение, обработка и анализ : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 09.04.02 - Информационные системы и технологии, 12.04.04 - Биотехнические системы и технологии, 27.04.03 - Системный анализ и управление.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)

7. Сизиков , В. С.; Обратные прикладные задачи и MatLab : [учеб. пособие] для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 200100 - "Приборостроение" и специальности 200101 - "Приборостроение".; Лань, Санкт-Петербург; 2011 (7 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Информационная база данных по биомедицинской инженерии, режим доступа <http://www.physionet.org>
2. Видеопортал по медико-биологическим вопросам, режим доступа: <http://www.med-edu.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
4. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
5. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы обработки биомедицинских сигналов и данных

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab R2014a + Simulink
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG</p> <p>SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Matlab R2014a + Simulink</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Моделирование биологических процессов и**  
**систем**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Бажукова Ирина Николаевна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Бажукова Ирина Николаевна, Доцент, экспериментальной физики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Основные понятия, определения, типы математических моделей, этапы моделирования, цели и задачи курса. Сущность метода математического моделирования. Математическое моделирование как методология решения прикладных задач на ПК. Определение математической модели. Типы моделей: дескриптивные модели; оптимизационные модели; игровые модели; имитационные модели; статистические модели. Классификация моделей в зависимости от сложности объекта, от целей и методов моделирования и др. Требования к математическим моделям: адекватность, универсальность, экономичность. Методы «получения» математических моделей: теоретический, экспериментальный. Этапы математического моделирования: постановка задачи, построение математической модели, решение уравнений модели, оценка и формальный анализ решения, содержательный анализ решения с позиций предметной области.
2	Дескриптивные модели	Динамика численности популяций. Процессы размножения и гибели. Понятия: конкуренция, комменсализм, хищничество. Модели динамики численности популяций. Одновидовая

		<p>модель Мальтуса, допущения и предположения, построение дифференциального уравнения, его точное решение, методика решения уравнения методом Эйлера, трактовка результатов. Одновидовая модель: логистическое уравнение (модель Ферхюльста), его решение, «физический» смысл параметров модели; методика решения уравнения методом Эйлера. Одновидовая «модель рыболовства», дифференциальное уравнение, изменение численности популяции во времени, различные сценарии; методика решения уравнения методом Эйлера.</p> <p>Двухвидовая модель Лотки-Вольтерра типа «хищник-жертва», предположения и допущения, дифференциальные уравнения, смысл коэффициентов уравнения, решение уравнений, равновесная численность популяций; методика решения уравнений методом Эйлера. Двухвидовая модель «хищник-жертва» с логистическим членом, дифференциальные уравнения, смысл коэффициентов уравнения, решение уравнений методом Эйлера, равновесная численность популяций. Двухвидовая модель «хищник-жертва»: приближение Лесли, дифференциальные уравнения, смысл коэффициентов уравнения, решение уравнений методом Эйлера, равновесная численность популяций. Двухвидовая модель: конкурирующие популяции, дифференциальные уравнения, смысл коэффициентов уравнения, четыре варианта решений (изменение численности популяций во времени), равновесная численность популяций.</p> <p>Стохастические модели динамики популяций. Модель типа «белый шум», уравнение модели, смысл коэффициентов, вид решения. Модель дискретного размножения, основанная на биномиальном распределении (модель Бернулли). Модель дискретного размножения, основанная на дифференциальном уравнении для функции распределения (модель Юла). Сравнение стохастических моделей динамики популяций.</p> <p>Модели эпидемий. Простые эпидемии, детерминистическая и стохастическая модели. Общий случай эпидемии, повторяющиеся эпидемии, пространственные модели.</p>
3	Имитационные модели	<p>Понятие имитационной модели, термины, определения, особенности имитационного моделирования.</p> <p>Имитационные модели динамики численности популяций. Модель типа Мальтуса (дискретное размножение): алгоритм, использующий метод Монте-Карло, расчет среднего значения и дисперсии численности популяции. Модель дискретного размножения с учетом возраста. Модель Ферхюльста на основе метода Монте-Карло. Соотношение между параметрами классической и имитационной моделей Ферхюльста. Имитационная модель типа «хищник-жертва»: алгоритм, основанный на методе случайных блужданий, параметры модели, характерное изменение численности популяций во времени.</p>

4	Статистические модели	<p>Математические модели, основанные на методах математической статистики. Основные понятия, определения, сведения о компьютерных пакетах.</p> <p>Статистическая гипотеза, методики проверки статистических гипотез, статистические критерии, уровень значимости, ошибка первого и второго рода.</p> <p>Статистические модели дисперсионного типа. Однофакторные модели дисперсионного типа, постановка задачи. Случай двух классов (<math>k=2</math>). Два класса при нормальном распределении параметра: критерий Стьюдента для независимых наблюдений. Принципы построения критерия, доверительный интервал для разности средних значений, проверка устойчивости статистического вывода, рекомендации по использованию критерия Стьюдента в медико-биологических исследованиях. Критерий Стьюдента для парных наблюдений, парные наблюдения, коэффициент корреляции. Отличие критерия Стьюдента для парных наблюдений от критерия для независимых наблюдений.</p> <p>Однофакторные модели дисперсионного типа: случай многих классов (<math>k&gt;2</math>). Постановка задачи, принципы определения параметров модели. Нулевая гипотеза, таблица дисперсионного анализа, критерий проверки нулевой гипотезы (критерий Фишера). Доверительный интервал для разности средних, процедуры множественного сравнения (Шеффе). Примеры применения моделей дисперсионного типа в медико-биологических исследованиях.</p> <p>Многофакторные модели дисперсионного типа. Постановка задачи, главные эффекты, взаимодействие факторов, принципы определения параметров модели. Таблица дисперсионного анализа, статистическая значимость эффектов. Сила влияния факторов (коэффициент детерминации). Примеры построения многофакторных моделей дисперсионного типа в медико-биологических исследованиях.</p> <p>Статистические модели регрессионного типа. Регрессионные модели как основа моделирования взаимосвязи и прогноза.</p> <p>Модели простой линейной регрессии. Постановка задачи, принципы нахождения параметров модели. Нулевая гипотеза, способы проверки нулевой гипотезы. Коэффициент корреляции, коэффициент регрессии, их «физический» смысл. Статистическая значимость коэффициента корреляции и коэффициента регрессии, доверительный интервал; зависимость уровня статистической значимости коэффициентов от объема выборки. Примеры построения и интерпретации моделей простой линейной регрессии в медико-экологических исследованиях.</p> <p>Модели множественной линейной регрессии. Постановка задачи, принципы нахождения параметров модели. Нулевая гипотеза, способы проверки нулевой гипотезы. Значимость уравнения регрессии в целом, таблица дисперсионного анализа, критерий Фишера, коэффициенты уравнения регрессии. Множественный коэффициент корреляции,</p>
---	-----------------------	---

		коэффициент детерминации. Примеры построения моделей регрессионного типа в медико-биологических исследованиях. Общая методология моделирования в задачах медико-экологического мониторинга.
5	Планирование эксперимента и принятие решений	Предмет и задачи математической теории эксперимента. Методология математического планирования исследовательского эксперимента, этапы планирования эксперимента. Особенности планирования эксперимента в биологических и медицинских исследованиях. Планирование полного факторного эксперимента. Модель, методы определения параметров модели, статистическая значимость параметров, интерпретация модели. Пример построения и анализа модели планирования эксперимента.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Моделирование биологических процессов и систем

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Ризниченко, Г. Ю.; Лекции по математическим моделям в биологии. Ч.1; Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, Ижевск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/92043.html> (Электронное издание)
2. Долгов, В. В.; Медицинская информатика : учебное пособие.; Санкт-Петербургский медико-социальный институт, Санкт-Петербург; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/74242.html> (Электронное издание)

## **Печатные издания**

1. Ризниченко, Г. Ю.; Лекции по математическим моделям в биологии Ч. 1. Описание процессов в живых системах во времени; РХД, Москва; 2002 (1 экз.)
2. Кель, А. Э.; Математическое моделирование в молекулярной биологии и генетике. Теория мутационного процесса: делеции и дупликации : учебное пособие.; НГУ, Новосибирск; 1989 (2 экз.)
3. Вараксин, А. Н., Кружалов, А. В.; Математическое моделирование в экологии и медицине. Статистические модели регрессивного типа : Учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (5 экз.)
4. Котов, Ю. Б.; Новые математические подходы к задачам медицинской диагностики; УРСС, Москва; 2004 (1 экз.)
5. Кобринский, Б. А., Зарубина, Т. В.; Медицинская информатика : учеб. для студентов вузов, обучающихся по мед. специальностям и направлениям подгот..; Академия, Москва; 2009 (10 экз.)
6. Урбах, В. Ю., Лившиц, Н. Н.; Математическая статистика для биологов и медиков; Издательство Академии наук СССР, Москва; 1963 (9 экз.)

## **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).

## **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Информационная база данных по биомедицинской инженерии, режим доступа <http://www.physionet.org>
2. Видеоportal по медико-биологическим вопросам, режим доступа: <http://www.med-edu.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
4. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
5. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Моделирование биологических процессов и систем**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Не требуется
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся	
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы машинного обучения**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Смирнов Андрей Алексеевич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Смирнов Андрей Алексеевич, Доцент, экспериментальной физики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основные понятия и модели	Понятие системы. Свойства систем. Цели системы. Динамика систем. Системы разных типов. Эффективность систем и их устойчивость. Инновационное управление системами с неограниченной конкуренцией. Основная модель конкуренции. Дискретная распределительная модель. Непрерывная модель. Инновационные механизмы.
2	Методы обработки, оценки и представления данных	Моделирование. Понятие о математической статистике. Определение вероятности. Условная вероятность. Случайные величины. Нормальное распределение. Типы распределений. Корреляция.
3	Линейный регрессионный анализ	Линейный регрессионный анализ. Нелинейная регрессия. Оценка точности регрессии.
4	Многомерный статистический анализ	Многомерные данные. Метрика. Факторный анализ. Статистическое распознавание катастроф. Информационный анализ сложных систем. Информация в иерархических структурах. Принцип сохранения информации.
5	Линейное программирование	Линейное программирование. Постановка задачи. Оптимальное решение. Геометрическая интерпретация
6	Сети и графы	Поиск на графах. Общие свойства графов. Задание графа матрицами. Ориентированные графы. Пути и связность в графе. Деревья. Планарный граф. Стратегии поиска в пространстве состояний. Эвристический поиск.

		<p>9</p> <p>Оптимизационные задачи на графах и сетях</p> <p>Порождающие деревья. Задача о минимальном порождающем дереве. Алгоритм построения минимального остова. Задача о кратчайшем маршруте между выбранными вершинами. Задача о максимальном потоке. Реализация сетей в трехмерном пространстве. Феномен «тесного мира». Разрушение сетей. Алгоритм разрушения. Защита сети.</p>
7	Принятие решений при неопределенности целей	<p>Противоречивость целей. Линейная свертка. Использование контрольных показателей. Простейший неопределенности пространстве Компромиссы Парето. Конфликты как игры. Основное неравенство и игра с седловой точкой. Игры с вероятностным выбором стратегии. Выбор стратегии.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология анализа образовательных задач	ПК-4 - Способен использовать современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	У-1 - Формулировать особенности использования информационных технологий и программного обеспечения в предметной области биотехнических систем и технологий

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы машинного обучения

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Неделько, В. М.; Основы статистических методов машинного обучения : учебное пособие.;

Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2010; <http://www.iprbookshop.ru/45418.html> (Электронное издание)

2. Кухаренко, Б. Г.; Интеллектуальные системы и технологии : учебное пособие.; Алтайр|МГАВТ, Москва; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429758> (Электронное издание)

3. Сараев, П. В.; Методы машинного обучения : методические указания и задания к лабораторным работам по курсу.; Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, Липецк; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/83183.html> (Электронное издание)

4. Ракитский, А. А.; Методы машинного обучения : учебно-методическое пособие.; Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Новосибирск; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/90591.html> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Лимановская, О. В., Обабков, И. Н.; Основы машинного обучения : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия; 09.03.03 - Прикладная информатика; 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии; 09.04.02 - Информационные системы и технологии.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).

2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).

3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).

4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).

5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).

6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).

8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).

9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).

10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).

11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).

12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).

13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).

14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).

15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).

16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).

17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).

18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).

## Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Информационная база данных по биомедицинской инженерии, режим доступа <http://www.physionet.org>
2. Видеопортал по медико-биологическим вопросам, режим доступа: <http://www.med-edu.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
4. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
5. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы машинного обучения

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы компьютерного зрения**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Смирнов Андрей Алексеевич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Смирнов Андрей Алексеевич, Доцент, экспериментальной физики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основные понятия и задачи в машинном обучении	Что такое машинное обучение? Основные определения. Постановки задач. Виды признаков. Загрузка данных, базовый анализ. Работа с таблицей на примере удаления столбца. Пропущенные значения, описание данных. Значения признаков, выбор ячеек с помощью условий. Извлечение новых признаков, распределение значений, среднее. Группировка и агрегирование.
2	Метод k ближайших соседей	Сравнение объектов и метрики. Измерение ошибки модели. Оценка обобщающей способности. Метод k ближайших соседей с весами. Метод k ближайших соседей для регрессии. Поиск оптимальных гиперпараметров. Классификация с методом ближайших соседей.
3	Линейная регрессия	Модель линейной регрессии. Применение линейной регрессии. Линейная регрессия в векторном виде. Обучение линейной регрессии. Переобучение и регуляризация. Интерпретация линейных моделей.
4	Градиентный спуск	Градиент и его свойства. Градиентный спуск. Стохастический градиентный спуск. Функции потерь. Вывод градиента для MSE. Векторное дифференцирование. Регрессия в матричной форме. Градиентный спуск в матричной форме. Реализация градиентного спуска. Настройка градиентного спуска.
5	Методы линейной классификации	Линейный классификатор. Обучение линейных классификаторов. Метрики качества классификации. Совмещение точности и полноты. Метрики качества

		ранжирования. Площадь под ROC-кривой. Обучение линейного классификатора с помощью градиентного спуска. Вероятности классов, AUC-PRC и AUC-ROC. Логистическая регрессия. Метод опорных векторов. Калибровка вероятностей. Многоклассовая классификация.
6	Решающие деревья	Нелинейные модели. Решающие деревья. Структура решающих деревьев. Выбор предикатов. Критерии информативности. Жадное построение дерева. Сравнение линейных моделей и решающих деревьев. Решающие деревья - переобучение и неустойчивость. Реализации критерия ошибки. Визуализация зависимости критерия ошибки от порога разбиения. Поиск лучшего разбиения и интерпретация. Влияние масштабирования признаков на решающее дерево.
7	Композиции: бэггинг, блендинг и стэкинг	Неустойчивость деревьев. Композиции моделей. Смещение и разброс моделей. Случайный лес. Регрессия решающего дерева. Важность признаков.
8	Градиентный бустинг	Идея бустинга. Бустинг для MSE. Произвольная функция потерь для бустинга. Градиентный бустинг в общем виде. Гиперпараметры и регуляризация. Имплементации бустинга. Работа с категориальными признаками. Сравнение градиентного бустинга и случайного леса. Свойства градиентного бустинга. Современные библиотеки градиентного бустинга.
9	Обучение без учителя	Кластеризация. Обучение без учителя. Плотностный алгоритм для кластеризации пространственных данных с присутствием шума (DBSCAN). Метод главных компонент (PCA). Стохастическое вложение соседей с t-распределением (t-SNE). K-means на практике. Кластеризация на реальных данных. Понижение размерности с помощью PCA. Понижение размерности с помощью t-SNE.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология анализа образовательных задач	ПК-3 - Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и	З-1 - Излагать основные приемы и методы проведения экспериментальных исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных

			технологий	прикладных задач, относящихся к области биотехнических систем и технологий
--	--	--	------------	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы компьютерного зрения

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Неделько, В. М.; Основы статистических методов машинного обучения : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2010; <http://www.iprbookshop.ru/45418.html> (Электронное издание)
2. Кухаренко, Б. Г.; Интеллектуальные системы и технологии : учебное пособие.; Альтаир|МГАВТ, Москва; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429758> (Электронное издание)
3. Сараев, П. В.; Методы машинного обучения : методические указания и задания к лабораторным работам по курсу.; Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, Липецк; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/83183.html> (Электронное издание)
4. Ракитский, А. А.; Методы машинного обучения : учебно-методическое пособие.; Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Новосибирск; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/90591.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Лимановская, О. В., Обабков, И. Н.; Основы машинного обучения : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия; 09.03.03 - Прикладная информатика; 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии; 09.04.02 - Информационные системы и технологии.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).

9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Информационная база данных по биомедицинской инженерии, режим доступа <http://www.physionet.org>
2. Видеоportal по медико-биологическим вопросам, режим доступа: <http://www.med-edu.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
4. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
5. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основы компьютерного зрения**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES