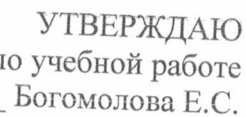


Министерства здравоохранения Российской Федерации



2024 г.

по дисциплине **Математические и компьютерные модели в медицине**

профиль Информационные системы и технологии в здравоохранении

Магистр

ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

2024

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО, устанавливающим требования, обязательные при реализации программ подготовки в магистратуре по направлению подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «19» сентября 2017 г. № 917.

Составители рабочей программы:

Другова Ольга Валентиновна, к.б.н., доцент кафедры медицинской физики и информатики

Рецензенты:

Иудин Дмитрий Игоревич, д.ф.-м.н., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой медицинской физики и информатики ПИМУ

Милов Владимир Ростиславович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой электроники и сетей ЭВМ НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Программа рассмотрена и одобрена на кафедре информационных технологий протокол № 8, от «21» июня 2024 г.

Заведующий кафедрой,
К.б.н., доцент

«21» июня 2024 г.



Баврина А.П.

(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Декан ФПСВК

«25» 06 2024г.



Ю.А. Израелян

1. Цель и задачи освоения дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы

1.1 Целью освоения дисциплины является приобретение студентами знаний и навыков, основных понятий математической статистики, подходов и методов анализа результатов проведения экспериментов.

Поставленная цель реализуется через участие в формировании следующих профессиональных компетенций: ПК-1, ПК-5.

Задачи дисциплины:

1. Изучение основных методов и подходов математического и компьютерного моделирования живых систем на различных уровнях сложности (субклеточные структуры, клетки, ткани, органы, системы органов, популяции);
2. Изучение методов анализа динамических систем, используемых для описания процессов в живых системах;
3. Практическое освоение подходов и методов анализа результатов проведения экспериментов.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- методы интеллектуального анализа данных для построения математических моделей процессов и объектов;
- основные этапы построения математических моделей живых систем, методы и алгоритмы анализа динамических моделей.

Уметь:

- осуществлять выбор оптимальных математических моделей;
- самостоятельно разрабатывать математические и компьютерные модели живых систем на различных уровнях сложности (субклеточные структуры, клетки, ткани, органы, системы органов, популяции) и правильно использовать их для решения задач медицинской диагностики, прогнозирования исходов заболеваний, оценки эффективности медицинских вмешательств; разрабатывать и внедрять методы мониторинга и анализа сигналов для эффективной неинвазивной диагностики состояния больного, а также синтезировать адаптационные методы лечения.

Владеть:

- навыком формирования математических моделей процессов и объектов;
- навыками организации самостоятельного проведения научно-исследовательской работы;
- методами анализа изучаемых процессов с привлечением современных информационных технологий.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений ООП (Б1.УОО.01) и изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестре.

Дисциплина «Математические и компьютерные модели в медицине» базируется на знаниях, полученных в ходе освоения программы бакалавриата или специалитета, а также дисциплине «Основы моделирования живых систем»

Является основой для прохождения НИР, а также подготовки и защиты ВКР.

2. Требования к результатам освоения дисциплины и индикаторы достижения компетенций.

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/ п	Код компете нции	Содержание компетенции (или ее части)	Код и наименовани е	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	

			индикатора достижения компетенции			Владеть
1.	ПК-1	способен осуществлять интеллектуальный анализ данных и управление знаниями по тематике проекта	ИД-4 _{ПК-1.4} методы интеллектуального анализа данных для построения математических моделей процессов и объектов; ИД-11 _{ПК-1.11} осуществлять выбор оптимальных математических моделей; ИД-19 _{ПК-1.19} навыком формирования математических моделей процессов и объектов.	методы интеллектуального анализа данных для построения математических моделей процессов и объектов	осуществлять выбор оптимальных математических моделей	навыком формирования математических моделей процессов и объектов
2.	ПК-5	способен осуществлять руководство разработкой и исследование моделей процессов и объектов информационно-телекоммуникационных систем на базе стандартных пакетов автоматизированного моделирования и проектирования	ИД-2 _{ПК-5.2} основные этапы построения математических моделей живых систем, методы и алгоритмы анализа динамических моделей; ИД-7 _{ПК-5.7} самостоятельно разрабатывать математические и компьютерные модели живых систем на	основные этапы построения математических моделей живых систем, методы и алгоритмы анализа динамических моделей.	самостоятельно разрабатывать математические и компьютерные модели живых систем на различных уровнях сложности (субклеточные структуры, клетки, ткани, органы, системы органов, популяции) и правильно	навыками организации самостоятельного проведения научно-исследовательской работы; методами анализа изучаемых процессов с привлечением современных информационных технологий

		различных уровнях сложности (субклеточные структуры, клетки, ткани, органы, системы органов, популяции) и правильно использовать их для решения задач медицинской диагностики, прогнозирования исходов заболеваний, оценки эффективности медицинских вмешательств; ИД-8_{ПК-5.8} разрабатывать и внедрять методы мониторинга и анализа сигналов для эффективной неинвазивной диагностики состояния больного, а также синтезировать адаптационные методы лечения; ИД-14_{ПК-5.14} навыками организации самостоятельного		использовать их для решения задач медицинской диагностики, прогнозирования исходов заболеваний, оценки эффективности медицинских вмешательств; разрабатывать и внедрять методы мониторинга и анализа сигналов для эффективной неинвазивной диагностики и состояния больного, а также синтезировать адаптационные методы лечения.	
--	--	---	--	--	--

			проведения научно-исследовательской работы; методами анализа изучаемых процессов с привлечением современных информационных технологий			
--	--	--	---	--	--	--

2.1 Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций в процессе освоения дисциплины

Компетенция (код)	Индикаторы достижения компетенций	Виды занятий	Оценочные средства
ПК-1	ИД-4 _{ПК-1.4} методы интеллектуального анализа данных для построения математических моделей процессов и объектов; ИД-11 _{ПК-1.11} осуществлять выбор оптимальных математических моделей; ИД-19 _{ПК-1.19} навыком формирования математических моделей процессов и объектов.	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа	Контрольная работа
ПК-5	ИД-2 _{ПК-5.2} основные этапы построения математических моделей живых систем, методы и алгоритмы анализа динамических моделей; ИД-7 _{ПК-5.7} самостоятельно разрабатывать математические и компьютерные модели живых систем на различных уровнях сложности (субклеточные структуры, клетки, ткани, органы, системы органов, популяции) и правильно использовать их для решения задач медицинской диагностики, прогнозирования исходов заболеваний, оценки эффективности медицинских вмешательств; ИД-8 _{ПК-5.8} разрабатывать и внедрять методы мониторинга и анализа сигналов для эффективной неинвазивной диагностики состояния больного, а также синтезировать адаптационные методы лечения; ИД-14 _{ПК-5.14} навыками организации самостоятельного проведения научно-исследовательской работы; методами анализа изучаемых процессов с привлечением	Лекции, практические занятия	Контрольная работа Тестирование Собеседование

3. Содержание дисциплины. Распределение трудоемкости дисциплины

3.1 Содержание дисциплины

№	Наименование раздела	Код компетенции	Содержание раздела
1.	Модели возбудимых сред	ПК-1 ПК-5	Ионные каналы и их классификация. Потенциал-управляемые ионные каналы. Активация и инактивация канала. Модель работы ионного канала (на примере быстрого натриевого канала). Лиганд-управляемые и механосенситивные ионные каналы. Механизм электрогенеза в клетках. Уравнения Нернста для равновесного потенциала. Уравнение Гольдмана. Электродвижущая сила для ионов. Ионные токи проводимости. Эквивалентные схемы. Потенциал покоя и входное сопротивление. Ответ клетки при раздражении электрическим током. Локальный ответ и потенциал действия. Метод фиксации напряжения и вольт-амперные характеристики (ВАХ). Фазовые изменения возбудимости в процессе потенциала действия. Синхронный отклик возбудимой клетки на внешний стимул. Раздражимость живых клеток. Классификация клеточных мембран по характерным электрическим потенциалам. Нейрон. Формирование постсинаптических потенциалов. Типы биоэлектрической активности нервных клеток. Спайковая и берстовая активности нейрона. Характеристики возбуждения нервных клеток (хронаксия и реобаза). Связь между силой и длительностью стимулирующего тока. Экспериментальная регистрация потенциалов. Метод фиксации потенциала. Разделение мембранного тока на натриевую и калиевую компоненты. Реконструкция потенциала действия. Метод пэтч-кламп. Потенциал действия нервных клеток. Ионные механизмы генерации потенциала действия. Типы биоэлектрической активности

			нейронов. Уравнения Ходжкина-Хаксли. Воротные переменные и их характеристики. Математическое описание натриевого и калиевого ионных токов. Потенциал действия сердечных клеток. Быстрый и медленный ответы. Морфологическое многообразие потенциала действия в сердце. Фазы потенциала действия сердечных клеток. Модель Нобла и ее развитие. Модель Мальцева-Лакатты. Мембранные и кальциевые часы. Проведение возбуждения между клетками. Принцип работы электрического синапса. Гэп-контакты. Моделирование электрического взаимодействия между клетками (диффузионная связь). Феноменологические модели сердечной динамики. Синхронизация автоколебательных систем. Подстройка ритмов. Эффекты синхронизации в живых системах. Электрическая модель сердца по Ван дер Полю и Ван дер Марку. Дискретные модели нейронной и сердечной активности.
2.	Моделирование мышечного сокращения	ПК-1 ПК-5	Взаимосвязь между возбуждением и сокращением. Электромеханическое сопряжение и механоэлектрическая обратная связь. Фибробласты. Моделирование сокращений сердечной клетки. Схема электромеханического сопряжения. Изометрический и изотонический режимы. Связь длина-сила мышцы. Закон Франка-Старлинга. Связь сила-скорость. Модель Хилла.
3.	Моделирования распространения инфекционных заболеваний	ПК-1 ПК-5	Модель Кермака-МакКендрика распространения эпидемий и ее модификации (учет инкубационного периода, скрытые носители инфекции). Дискретная модель распространения коронавирусной инфекции COVID-19. Пространственные модели распространения эпидемий. Модель Барояна-Рвачева и ее модификации. Имитационные модели распространения инфекций с использованием агентного подхода. Многоагентная модель

			распространения гриппа. Модели на основе клеточных автоматов.
4.	Другие модели в физиологии и медицине	ПК-1 ПК-5	Математическое моделирование иммунного ответа организма на вторжение инфекции. Модели противовирусного и противобактериального иммунного ответа. Модель острой респираторной инфекции, вызванной вирусами гриппа А. Моделирование в эндокринологии. Математические модели динамики инсулина и глюкозы. Моделирование раковых заболеваний. Математическая модель лекарственного воздействия на растущую опухоль. Управление развитием раковой опухоли с помощью онколитических вирусов.

3.2 Распределение трудоемкости дисциплины и видов учебной работы по годам

Вид учебной работы	Трудоемкость		Трудоемкость по годам (АЧ)		
	объем в зачетных единицах (ЗЕ)	объем в академических часах (АЧ)			
			1	2	3
Аудиторная работа, в том числе					
Лекции	0,72	26		26	
Практические занятия	0,89	32		32	
Самостоятельная работа	3,89	140		140	
Промежуточная аттестация					
Экзамен	0,5	18		18	
ИТОГО	6	216		216	

3.3. Разделы дисциплины, виды учебной работы и формы текущего контроля

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной работы (в АЧ)				Оценочные средства
			Л	СЗ/ПЗ	СРС	всего	
1.	3	Модели возбудимых сред	18	8	80	106	Устный доклад Собеседование
2.	4	Моделирование мышечного сокращения	4	6	20	30	Устный доклад Собеседование
3.	4	Моделирования распространения инфекционных заболеваний	4	6	20	30	Контрольная работа Собеседование
4.	4	Другие модели в физиологии и медицине	0	12	20	32	Контрольная работа Собеседование

3.4. Распределение лекций по семестрам

№ п/п	Наименование тем лекций	Объем в АЧ		
		1	2	3
1.	Ионные каналы и их классификация. Потенциал-управляемые	2		

	ионные каналы. Активация и инактивация канала. Модель работы ионного канала (на примере быстрого натриевого канала). Лиганд-управляемые и механосенситивные ионные каналы.			
2.	Ионные токи проводимости. Эквивалентные схемы. Потенциал покоя и входное сопротивление.	2		
3.	Метод фиксации напряжения и вольт-амперные характеристики (ВАХ).	3		
4.	Экспериментальная регистрация потенциалов. Метод фиксации потенциала. Разделение мембранного тока на натриевую и калиевую компоненты. Реконструкция потенциала действия. Метод пэтч-кламп.	4		
5.	Потенциал действия нервных клеток. Ионные механизмы генерации потенциала действия. Типы биоэлектрической активности нейронов.	2		
6.	Уравнения Ходжкина-Хаксли. Воротные переменные и их характеристики. Математическое описание натриевого и калиевого ионных токов.	3		
7.	Модель Нобла и ее развитие. Модель Мальцева-Лакатты. Мембранные и кальциевые часы.	3		
8.	Моделирование сокращений сердечной клетки. Схема электромеханического сопряжения. Изометрический и изотонический режимы.		4	
9.	Модель Кермака-МакКендрика распространения эпидемий и ее модификации (учет инкубационного периода, скрытые носители инфекции). Дискретная модель распространения коронавирусной инфекции COVID-19. Пространственные модели распространения эпидемий.		3	
...	ИТОГО (всего - АЧ)			26

3.5. Распределение тем семинарских/практических занятий по семестрам

№ п/п	Наименование тем занятий	Объем в АЧ		
		1	2	3
1.	Механизм электрогенеза в клетках. Уравнения Нернста для равновесного потенциала. Уравнение Гольдмана. Электродвижущая сила для ионов.	1		
2.	Ответ клетки при раздражении электрическим током. Локальный ответ и потенциал действия.	1		
3.	Фазовые изменения возбудимости в процессе потенциала действия. Синхронный отклик возбудимой клетки на внешний стимул. Раздражимость живых клеток. Классификация клеточных мембран по характерным электрическим потенциалам.	2		

4.	Нейрон. Формирование постсинаптических потенциалов. Типы биоэлектрической активности нервных клеток. Спайковая и берстовая активности нейрона. Характеристики возбуждения нервных клеток (хронаксия и реобаза). Связь между силой и длительностью стимулирующего тока.	2		
5.	Потенциал действия сердечных клеток. Быстрый и медленный ответы. Морфологическое многообразие потенциала действия в сердце. Фазы потенциала действия сердечных клеток.	2		
6.	Проведение возбуждения между клетками. Принцип работы электрического синапса. Гэп-контакты. Моделирование электрического взаимодействия между клетками (диффузионная связь).	1		
7.	Феноменологические модели сердечной динамики.	4		
8.	Синхронизация автоколебательных систем. Подстройка ритмов. Эффекты синхронизации в живых системах. Электрическая модель сердца по Ван дер Полю и Ван дер Марку.	2		
9.	Дискретные модели нейронной и сердечной активности.	2		
10.	Взаимосвязь между возбуждением и сокращением. Электромеханическое сопряжение и механоэлектрическая обратная связь. Фибробласты.		2	
11.	Связь длина-сила мышцы. Закон Франка-Старлинга.		2	
12.	Связь сила-скорость. Модель Хилла.		2	
13.	Модель Барояна-Рвачева и ее модификации.		2	
14.	Имитационные модели распространения инфекций с использованием агентного подхода. Многоагентная модель распространения гриппа. Модели на основе клеточных автоматов.		2	
15.	Математическое моделирование иммунного ответа организма на вторжение инфекции. Модели противовирусного и противобактериального иммунного ответа. Модель острой респираторной инфекции, вызванной вирусами гриппа А.		2	
16.	Моделирование в эндокринологии. Математические модели динамики инсулина и глюкозы.		1	
17.	Моделирование раковых заболеваний. Математическая модель лекарственного воздействия на растущую опухоль. Управление развитием раковой опухоли с помощью онколитических вирусов.		2	
...	ИТОГО (всего - АЧ)			32

3.6. Распределение самостоятельной работы (СР) по видам

№ п/п	Форма СР	Вид СР	Код компетенции	Трудоемкость, а.ч.
1	Внеаудиторная	Работа с основной	ПК-1	70

		и дополнительной литературой в библиотеке	ПК-5	
		Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет	ПК-1 ПК-5	70
...	ИТОГО (всего - АЧ)	140		

4. Оценочные средства для контроля успеваемости и результатов освоения дисциплины

4.1. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации, виды оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Формы контроля	Наименование раздела дисциплины	Оценочные средства		
				Вид	Кол-во вопросов в задании	Кол-во независимых вариантов
3.	3	контроль освоения темы	Модели возбудимых сред	устный доклад	1	10
4.	3	экзамен	Модели возбудимых сред	собеседование	3	10
5.	4	контроль освоения темы	Моделирование мышечного сокращения	устный доклад	1	10
6.	4	экзамен	Моделирование мышечного сокращения	собеседование	3	10
7.	4	контроль освоения темы	Моделирования распространения инфекционных заболеваний	контрольная работа	2	10
8.	4	экзамен	Моделирования распространения инфекционных заболеваний	собеседование	3	10
7.	4	контроль освоения темы	Другие модели в физиологии и медицине	контрольная работа	2	10
8.	4	экзамен	Другие модели в физиологии и медицине	собеседование	3	10

4.2. Примеры оценочных средств

4.2.1. Перечень вопросов

1. Ионные каналы и их классификация. Потенциал-управляемые ионные каналы. Активация и инактивация канала. Модель работы ионного канала (на примере быстрого натриевого канала). Лиганд-управляемые и механосенситивные ионные каналы.
2. Механизм электрогенеза в клетках. Уравнения Нернста для равновесного потенциала. Уравнение Гольдмана. Электродвижущая сила для ионов.
3. Ионные токи проводимости. Эквивалентные схемы. Потенциал покоя и входное сопротивление.

4. Ответ клетки при раздражении электрическим током. Локальный ответ и потенциал действия.
5. Метод фиксации напряжения и вольт-амперные характеристики (ВАХ).
6. Фазовые изменения возбудимости в процессе потенциала действия. Синхронный отклик возбудимой клетки на внешний стимул. Раздражимость живых клеток. Классификация клеточных мембран по характерным электрическим потенциалам.
7. Нейрон. Формирование постсинаптических потенциалов. Типы биоэлектрической активности нервных клеток. Спайковая и берстовая активности нейрона. Характеристики возбуждения нервных клеток (хронаксия и реобаза). Связь между силой и длительностью стимулирующего тока.
8. Экспериментальная регистрация потенциалов. Метод фиксации потенциала. Разделение мембранного тока на натриевую и калиевую компоненты. Реконструкция потенциала действия. Метод пэтч-кламп.
9. Потенциал действия нервных клеток. Ионные механизмы генерации потенциала действия. Типы биоэлектрической активности нейронов.
10. Уравнения Ходжкина-Хаксли. Воротные переменные и их характеристики. Математическое описание натриевого и калиевого ионных токов.
11. Потенциал действия сердечных клеток. Быстрый и медленный ответы. Морфологическое многообразие потенциала действия в сердце. Фазы потенциала действия сердечных клеток.
12. Модель Нобла и ее развитие.
13. Модель Мальцева-Лакатты. Мембранные и кальциевые часы.
14. Проведение возбуждения между клетками. Принцип работы электрического синапса. Гэп-контакты. Моделирование электрического взаимодействия между клетками (диффузионная связь).
15. Феноменологические модели сердечной динамики.
16. Синхронизация автоколебательных систем. Подстройка ритмов. Эффекты синхронизации в живых системах. Электрическая модель сердца по Ван дер Полю и Ван дер Марку.
17. Дискретные модели нейронной и сердечной активности.
18. Взаимосвязь между возбуждением и сокращением. Электромеханическое сопряжение и механоэлектрическая обратная связь. Фибробласты.
19. Моделирование сокращений сердечной клетки. Схема электромеханического сопряжения. Изометрический и изотонический режимы.
20. Связь длина-сила мышцы. Закон Франка-Старлинга.
21. Связь сила-скорость. Модель Хилла.
22. Модель Кермака-МакКендрика распространения эпидемий и ее модификации (учет инкубационного периода, скрытые носители инфекции). Дискретная модель распространения коронавирусной инфекции COVID-19. Пространственные модели распространения эпидемий.
23. Модель Барояна-Рвачева и ее модификации.
24. Имитационные модели распространения инфекций с использованием агентного подхода. Многоагентная модель распространения гриппа. Модели на основе клеточных автоматов.
25. Математическое моделирование иммунного ответа организма на вторжение инфекции. Модели противовирусного и противобактериального иммунного ответа. Модель острой респираторной инфекции, вызванной вирусами гриппа А.
26. Моделирование в эндокринологии. Математические модели динамики инсулина и глюкозы.

27. Моделирование раковых заболеваний. Математическая модель лекарственного воздействия на растущую опухоль. Управление развитием раковой опухоли с помощью онколитических вирусов.

4.2.2. Устный доклад

Примерные темы доклада:

1. Модель Луо-Руди и ее модификации
2. Модель Алиева-Панфилова: индивидуальная динамика и волновые свойства
3. Модель Фентон-Карма: индивидуальная динамика и волновые свойства
4. Модель Рулькова для хаотических берстов
5. Подпороговые колебания в модели Рулькова-Шильникова

4.2.3. Выполнение проверочной самостоятельной работы

Пример задания: С использованием пакетов прикладных программ (напр., MATLAB R2018b) провести анализ динамической системы в зависимости от управляющего параметра. Пояснить полученные результаты.

4.2.4. Примеры экзаменационных билетов

Билет 1

1. Ионные каналы и их классификация. Потенциал-управляемые ионные каналы. Активация и инактивация канала. Модель работы ионного канала (на примере быстрого натриевого канала). Лиганд-управляемые и механосенситивные ионные каналы.
2. Разделение мембранного тока на натриевую и калиевую компоненты. Реконструкция потенциала действия. Метод пэтч-кламп.
3. Модель Кермака-МакКендрика распространения эпидемий и ее модификации (учет инкубационного периода, скрытые носители инфекции). Дискретная модель распространения коронавирусной инфекции COVID-19. Пространственные модели распространения эпидемий.

Билет 2

1. Механизм электрогенеза в клетках. Уравнения Нернста для равновесного потенциала. Уравнение Гольдмана. Электродвижущая сила для ионов.
2. Модель Нобла и ее развитие.
3. Имитационные модели распространения инфекций с использованием агентного подхода. Многоагентная модель распространения гриппа. Модели на основе клеточных автоматов.

Билет 3

1. Ионные токи проводимости. Эквивалентные схемы. Потенциал покоя и входное сопротивление.
2. Модель Мальцева-Лакатты. Мембранные и кальциевые часы.
3. Модель Барояна-Рвачева и ее модификации.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (печатные, электронные издания, интернет и другие сетевые ресурсы)

5.1. Перечень основной литературы

№ п/п	Наименование согласно библиографическим требованиям	Количество экземпляров	
		На кафедре	В библиотеке
1.	Романюха, А. А. Математические модели в иммунологии и эпидемиологии инфекционных заболеваний / А. А.	Электронный ресурс	

	Романюха. – 3-е изд. – М. : Лаборатория знаний, 2020. – 296 с. – ISBN 978-5-00101-710-3. – URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017103.html .		
2.	Николлс Дж. Г. От нейрона к мозгу / Дж. Г. Николлс ; пер. с четвертого англ. изд. П. М. Балабана ; под ред. П. М. Балабана и Р. А. Гиниатуллина. — Изд. 3-е. — Москва :, 2019.	-	1

5.2 Дополнительная литература:

№ п/п	Наименование согласно библиографическим требованиям	Количество экземпляров	
		На кафедре	В библиотеке
1.	Андерсон, М. Р. Инфекционные болезни человека. Динамика и контроль / М. Р. Андерсон, М. Р. Мэй. – М.: Мир, 2004. – 784 с. - ISBN 5-03-003552-4.	-	1
2.	Биофизика для инженеров / Е. В. Бигдай и др. ; под ред. С. П. Вихрова и В. О. Самойлова [Электронный ресурс]. - М. : Горячая линия-Телеком, 2008. ISBN 978-5-9912-0050-9 URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004321809	Электронный ресурс	
3.	Антонов В. Ф. Биофизика. учебник для студентов высших учебных заведений. - М. : Владос, 2000. 288 с	-	303

5.3. Электронные образовательные ресурсы, используемые в процессе преподавания дисциплины

5.3.1. Внутренняя электронная библиотечная система университета (ВЭБС)

Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Количество пользователей
Внутренняя электронная библиотечная система (ВЭБС): http://nbk.pimunn.net/MegaPro/Web	Труды профессорско-преподавательского состава университета: учебники, учебные пособия, сборники задач, методические пособия, лабораторные работы, монографии, сборники научных трудов, научные статьи, диссертации, авторефераты диссертаций, патенты	С любого компьютера и мобильного устройства по индивидуальному логину и паролю (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено

5.3.2. Электронные образовательные ресурсы, приобретенные ПИМУ

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Количество пользователей
1.	ЭБС «Консультант студента»: комплект «Медицина. Здравоохранение	Учебная литература, дополнительные материалы (аудио-, видео-, интерактивные материалы,	С любого компьютера и мобильного устройства по	Не ограничено Срок

	(ВО), комплект Медицина. Здравоохранение (СПО), комплект Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English, комплект «Медицина (ВО) Учебники 3.0» https://www.studentlibrary.ru/	тестовые задания) для высшего медицинского и фармацевтического образования	индивидуальному логину и паролю (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	действия: до 31.12.2024
2.	База данных «Консультант врача. Электронная медицинская библиотека»: https://www.rosmedlib.ru	Национальные руководства, клинические рекомендации, учебные пособия, монографии, атласы, фармацевтические справочники, аудио- и видеоматериалы, МКБ-10 и АТХ	С любого компьютера и мобильного устройства по индивидуальному логину и паролю (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено Срок действия: до 31.12.2024
3.	Электронная библиотечная система «BookUp»: https://www.books-up.ru	Учебная и научная медицинская литература российских издательств, в т.ч. переводы зарубежных изданий. Коллекция подписных изданий формируется точно. В рамках проекта «Большая медицинская библиотека» доступны издания вузов-участников проекта	С любого компьютера и мобильного устройства по индивидуальному логину и паролю (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ); с компьютеров университета. Для чтения доступны издания из раздела «Мои книги».	Не ограничено Срок действия: до 31.07.2025
4.	Электронная библиотека «Юрайт»: https://urait.ru/	Коллекция изданий по психологии, этике, конфликтологии	С любого компьютера и мобильного устройства по индивидуальному логину и паролю (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено Срок действия: до 31.05.2025
5.	Электронная библиотека «Гребенников»:	Коллекция периодических изданий по менеджменту, маркетингу и управлению	С любого компьютера и мобильного	Не ограничено

	https://grebennikon.ru	кадрами	устройства по индивидуальному логину и паролю (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Срок действия: до 31.07.2025
6.	Электронная библиотечная система «ЛАНЬ» (договор на бесплатной основе): https://e.lanbook.com/	Коллекция изданий из фондов библиотек-участников Консорциума сетевых электронных библиотек (более 360 вузов)	С любого компьютера и мобильного устройства по индивидуальному логину и паролю (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено Срок действия: не ограничен
7.	Электронные периодические издания в составе базы данных «Научная электронная библиотека eLIBRARY»: https://elibrary.ru	Электронные медицинские журналы	С компьютеров университета ; с любого компьютера и мобильного устройства по индивидуальному логину и паролю (после регистрации с компьютеров ПИМУ)	Не ограничено Срок действия: 31,12,2024
8.	Электронные периодические издания в составе базы данных «ИВИС»: http://eivis.ru/	Электронные медицинские журналы. Доступ к журналу «Санитарный врач» предоставляется с издательской платформы с сайта https://panor.ru/	С компьютеров университета ; с любого компьютера и мобильного устройства по логину и паролю	Не ограничено Срок действия: 31,12,2024
9.	Электронная коллекция Open Access в составе Электронно-библиотечной системы ZNANIUM.COM (договор на бесплатной основе): https://znanium.com/	Учебные и научные издания, периодические издания, статьи различной тематической направленности (в том числе по медицине и биологии)	С любого компьютера и мобильного устройства по индивидуальному логину и паролю (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено Срок действия: до 31.12.2024
10.	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	Электронные копии изданий (в т.ч. научных и учебных) по широкому	Научные и учебные произведения, не	Не ограничено

	(договор на бесплатной основе): http://нэб.рф	спектру знаний	переиздававшиеся последние 10 лет – в открытом доступе. Произведения, ограниченные авторским правом, – с компьютеров научной библиотеки.	Срок действия не ограничен (договор пролонгируется каждые 5 (пять) лет).
11.	Электронная справочно-правовая система «Консультант Плюс» (договор на бесплатной основе): http://www.consultant.ru	Нормативные документы, регламентирующие деятельность медицинских и фармацевтических учреждений	С компьютеров научной библиотеки	Не ограничено Срок действия: не ограничен
12.	Интегрированная информационно-библиотечная система (ИБС) научно-образовательного медицинского кластера Приволжского федерального округа – «Средневолжский» (договор на бесплатной основе)	Электронные копии научных и учебных изданий из фондов библиотек-участников научно-образовательного медицинского кластера ПФО «Средневолжский	Доступ предоставляется по заявке на по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства	Не ограничено Срок действия: не ограничен
13.	Электронные периодические издания МИАН (в рамках Национальной подписки): http://www.mathnet.ru/	Коллекция электронных версий математических журналов Математического института им. В.А. Стеклова РАН.	С компьютеров научной библиотеки	Не ограничено Срок действия: не ограничен
14.	Электронное периодическое издание «Успехи химии» (в рамках Национальной подписки): https://uspkhim.ru/	Электронная версия журнала «Успехи химии».	С компьютеров научной библиотеки	Не ограничено Срок действия: не ограничен
15.	Электронное периодическое издание «Успехи физических наук» (в рамках Национальной подписки):	Электронная версия журнала «Успехи физических наук».	С компьютеров научной библиотеки	Не ограничено Срок действия: не ограничен

	https://ufn.ru/			
16.	Электронное периодическое издание «Квантовая электроника» (в рамках Национальной подписки): https://ufn.ru/	Электронная версия журнала «Квантовая электроника».	С компьютеров научной библиотеки	Не ограничено Срок действия: не ограничен
17.	Электронные коллекции издательства Springer Nature (в рамках Национальной подписки): https://rd.springer.com/	Полнотекстовые научные издания (журналы, книги, статьи, научные протоколы, материалы конференций и др.) по естественно-научным, медицинским и гуманитарным наукам	С компьютеров университета, с любого компьютера по индивидуальному логину и паролю (требуется персональная регистрация из сети университета с использованием корпоративной почты)	Не ограничено Срок действия: не ограничен
18.	База данных периодических изданий издательства Wiley (в рамках Национальной подписки): www.onlinelibrary.wiley.com	Периодические издания издательства Wiley по естественно-научным, медицинским и гуманитарным наукам	С компьютеров университета, с любого компьютера по индивидуальному логину и паролю (требуется персональная регистрация из сети университета)	Не ограничено Срок действия: 31,12,2024
19.	База данных The Cochrane Library (в рамках Национальной подписки): www.cochranelibrary.com	Научные материалы по медицине: информация о клинических испытаниях, кокрейновские обзоры, некокрейновские систематические обзоры, методологические исследования, технологические и экономические оценки по определенной теме и заболеванию	С компьютеров университета, с любого компьютера по индивидуальному логину и паролю (требуется персональная регистрация из сети университета)	Не ограничено Срок действия: 31,12,2024
20.	База данных периодических изданий издательства Lippincott Williams & Wilkins (в рамках Национальной подписки):	Периодические издания издательства LWW по медицинским наукам	С компьютеров университета	Не ограничено Срок действия: 31,12,2024

	ovidsp.ovid.com/autologin.cgi			
21.	База данных Questel Orbit (в рамках Национальной подписки): https://www.orbit.com/	Патентная база данных компании Questel	С компьютеров университета	Не ограничено Срок действия: 31,12,2024
22.	Коллекция BMJ Knowledge Resources от издательства BMJ Publishing (в рамках Национальной подписки): journals.bmj.com	Периодические издания издательства BMJ Publishing по медицинским наукам. BMJ Case Reports - база данных, содержащая отчеты о клинических случаях, истории болезней и информацию о распространенных и редких заболеваниях	С компьютеров университета, с любого компьютера по логину и паролю (предоставляется библиотекой по запросу)	Не ограничено Срок действия: 31,12,2024
23.	Электронная коллекция «eBook Collections» издательства SAGE Publishing (в рамках Национальной подписки): sk.sagepub.com/books/discipline	Полнотекстовые электронные книги от издательства SAGE Publishing по естественно-научным, медицинским и гуманитарным наукам	С компьютеров университета	Не ограничено Срок действия: не ограничен

5.3.3. Ресурсы открытого доступа (указаны основные)

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Количество пользователей
Отечественные ресурсы				
1.	Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ): http://нэб.рф	Полнотекстовые электронные копии печатных изданий и оригинальные электронные издания по медицине и биологии	С любого компьютера и мобильного устройства	Не ограничено
2.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: https://elibrary.ru	Рефераты и полные тексты научных публикаций, электронные версии российских научных журналов	С любого компьютера и мобильного устройства	Не ограничено
3.	Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка:	Полные тексты научных статей с аннотациями, публикуемые в научных журналах России и Ближнего зарубежья	С любого компьютера и мобильного устройства	Не ограничено

	http://cyberleninka.ru			
4.	Рубрикатор клинических рекомендаций Минздрава РФ: https://cr.minzdrav.gov.ru/#/	Клинические рекомендации (протоколы лечения), алгоритмы действий врача (блок-схемы, пути ведения), методические рекомендации, справочная информация	С любого компьютера и мобильного устройства	Не ограничено
Зарубежные ресурсы (указаны основные)				
1.	PubMed: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed	Поисковая система Национальной медицинской библиотеки США для поиска публикаций по медицине и биологии в англоязычных базах данных «Medline», «PreMedline» и файлах издательских описаний	С любого компьютера и мобильного устройства.	Не ограничено
2.	Directory of Open Access Journals: http://www.doaj.org	Директория открытого доступа к полнотекстовой коллекции периодических изданий	С любого компьютера и мобильного устройства.	Не ограничено
3.	Directory of open access books (DOAB): http://www.doabooks.org	Директория открытого доступа к полнотекстовой коллекции научных книг	С любого компьютера и мобильного устройства.	Не ограничено

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

6.1. Перечень помещений, необходимых для проведения аудиторных занятий по дисциплине:

Материально-техническая база (помещения), обеспечивающая реализацию Программы на базе Университета, соответствует действующим санитарно-техническим нормам, а также нормам и правилам пожарной безопасности.

6.2. Перечень оборудования, необходимого для проведения аудиторных занятий по дисциплине:

№ п/п	Наименование оборудования	Количество
1.	Проектор мультимедийный	1
2.	Стационарный компьютер	15
3.	Ноутбук	1
4.	Лицензионное ПО MATLAB R2018b	1

6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного

обеспечения, в том числе отечественного производства:

№ п.п	Программное обеспечение	Кол-во лицензий	Тип программного обеспечения	Производитель	Номер в едином реестре российского ПО	№ и дата договора
1	Программный комплекс CommuniGate Pro Ver. 6.3	11200	Платформа коммуникаций (электронная почта, файловый обмен)	АО«СТАЛ КЕРСОФТ»	7112	22с-1805 от 23.08.2022
2	Samoware Desktop client	300	Почтовый клиент	АО«СТАЛ КЕРСОФТ»	6296	22С-3603 от 24.11.2022
3	WEBINAR (ВЕБИНАР)		Платформа для онлайн мероприятий	ООО "ВЕБИНАР ТЕХНОЛОГИИ"	3316	17-ЗК от 28.04.2022
4	Wtware	100	Операционная система тонких клиентов	Ковалёв Андрей Александрович	1960	2471/05-18 от 28.05.2018
5	МойОфис Стандартный. Лицензия Корпоративная на пользователя для образовательных организаций, без ограничения срока действия, с правом на получение обновлений на 1 год.	220	Офисное приложение	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	283	без ограничения с правом на получение обновлений на 1 год.
6	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 1 year Educational	1500	Средства антивирусной защиты		207	04-ЗК от 10.02.2023

	Renewal License - Лицензия					
7	Trusted.Net	10000	Средства управления доступом к информационным ресурсам	ООО "Цифровые технологии"	1798	218 от 13.12.2021
8	LibreOffice		Офисное приложение	The Document Foundation	Свободно распространяемое ПО	
9	Windows 10 Education	700	Операционные системы	Microsoft	Подписка Azure Dev Tools for Teaching	
10	Astra Linux Special Edition вариант лицензирования «Орел»	17	Операционная система для рабочих станций	ООО "РУСБИТЕ X-АСТРА"	369	22С-3602 от 30.11.2022
11	Astra Linux Special Edition уровень защищенности Усиленный («Воронеж»)	3	Операционная система	ООО "РУСБИТЕ X-АСТРА"	369	22С-3602 от 30.11.2022
12	Astra Linux Special Edition уровень защищенности Усиленный («Воронеж»)	1	Операционная система	ООО "РУСБИТЕ X-АСТРА"	369	22С-3243 от 31.10.2022
13	Astra Linux Special Edition уровень защищенности Усиленный («Воронеж»)	4	Операционная система	ООО "РУСБИТЕ X-АСТРА"	369	22С-3243 от 31.10.2022
14	AliveColors Business (лицензия для образовательных учреждений) 10-14 пользователей	10	Графический редактор	ООО «АКВИС Лаб»	4285	23С-269 от 16.02.2023
15	Master Pdf Editor для образовательных учреждений	10	Редактор PDF файлов	ООО «Коде Индастри»	10893	23С-269 от 16.02.2023

16	СПС КонсультантПлюс	50 .	Справочная система	ЗАО "КОНСУЛЬ ТАНТ ПЛЮС"	212	03-3К от 09.02.202 3
17	Jalinga Studio	2		ООО "ЛАБОРАТ ОРИЯ ЦИФРА"	4577	214 от 08.12.202 1, 23с-71 от 14.02.202 3
18	«КриптоПро CSP» версии 5.0, 4332; «КриптоПро CSP» версии 5.0, 8835	306	Средства криптографичес кой защиты информации и электронной подписи	ООО "КРИПТО- ПРО"	4332	12-305 от 28.12.21
19	Яндекс.Браузе р		Браузер	ООО «ЯНДЕКС»	3722	