

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Приволжский исследовательский медицинский университет"  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Проректор по учебной работе

 Коромонова Е.С.

«25» мая

2021



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Математические и компьютерные модели в медицине  
наименование

направление подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии  
шифр, наименование

профиль Информационные системы и технологии в здравоохранении  
наименование

Квалификация выпускника:

**Магистр**

Форма обучения:

**очно-заочная**

Нижний Новгород  
2021

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО, устанавливающими 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 медицинской физики и информатики протокол № 9, от «15» апреля 2021 г.

Заведующий кафедрой,  
Д.ф.-м.н., д.б.н., профессор

  
(подпись)

Иудин Д.И.

« 15 » апреля 2021г.

СОГЛАСОВАНО:

Декан ФПСВК

« 22 » апреля 2021г.

  
\_\_\_\_\_

Израелян Ю.А.

## 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 компе тении	Содержание компетенции (или ее части)	Код и наименовани е	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	



			<i>индикатора достижения компетенции</i>			<i>Владеть</i>
1.	ПК-1	способен осуществлять интеллектуальный анализ данных и управление знаниями по тематике проекта	ИД-4 <sub>ПК-1.4</sub> методы интеллектуального анализа данных для построения математических моделей процессов и объектов; ИД-11 <sub>ПК-1.11</sub> осуществлять выбор оптимальных математических моделей; ИД-19 <sub>ПК-1.19</sub> 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 <sub>ПК-5.2</sub> основные этапы построения математических моделей живых систем, методы и алгоритмы анализа динамических моделей; ИД-7 <sub>ПК-5.7</sub> 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



		<p>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;</p> <p>ИД-8<sub>ПК-5.8</sub> разрабатывать и внедрять методы мониторинга и анализа сигналов для эффективной неинвазивной диагностики состояния больного, а также синтезировать адаптационные методы лечения;</p> <p>ИД-14<sub>ПК-5.14</sub> навыками организации самостоятельного</p>		<p>использовать их для решения задач медицинской диагностики, прогнозирования исходов заболеваний, оценки эффективности медицинских вмешательств;</p> <p>разрабатывать и внедрять методы мониторинга и анализа сигналов для эффективной неинвазивной диагностики и состояния больного, а также синтезировать адаптационные методы лечения.</p>	
--	--	---	--	--	--

			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

<i>Компетенция (код)</i>	<i>Индикаторы достижения компетенций</i>	<i>Виды занятий</i>	<i>Оценочные средства</i>
<b>ПК-1</b>	ИД-4 <sub>ПК-1.4</sub> методы интеллектуального анализа данных для построения математических моделей процессов и объектов; ИД-11 <sub>ПК-1.11</sub> осуществлять выбор оптимальных математических моделей; ИД-19 <sub>ПК-1.19</sub> навыком формирования математических моделей процессов и объектов.	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа	Контрольная работа
<b>ПК-5</b>	ИД-2 <sub>ПК-5.2</sub> основные этапы построения математических моделей живых систем, методы и алгоритмы анализа динамических моделей; ИД-7 <sub>ПК-5.7</sub> 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 <sub>ПК-5.8</sub> разрабатывать и внедрять методы мониторинга и анализа сигналов для эффективной неинвазивной диагностики состояния больного, а также синтезировать адаптационные методы лечения; ИД-14 <sub>ПК-5.14</sub> навыками организации самостоятельного проведения научно-исследовательской работы; методами анализа изучаемых процессов с привлечением	Лекции, практические занятия	Контрольная работа Тестирование Собеседование

современных информационных технологий;		
--	--	--

### 3. Содержание дисциплины. Распределение трудоемкости дисциплины

#### 3.1 Содержание дисциплины

<i>№</i>	<i>Наименование раздела</i>	<i>Код компетенции</i>	<i>Содержание раздела</i>
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 пэч-кламп. Потенциал действия нервных клеток. Ионные механизмы генерации потенциала действия. Типы биоэлектрической активности



			<p>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.</p>
2.	Моделирование мышечного сокращения	ПК-1 ПК-5	<p>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.</p>
3.	Моделирования распространения инфекционных заболеваний	ПК-1 ПК-5	<p>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</p>

			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	
<b>ИТОГО</b>	<b>6</b>	<b>216</b>		<b>216</b>	

### 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)			<b>32</b>

### 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)		<b>140</b>	

#### 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

<b>Билет 1</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Разделение мембранного тока на натриевую и калиевую компоненты. Реконструкция потенциала действия. Метод пэтч-кламп.</li> <li>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.</li> </ol>
<b>Билет 2</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механизм электрогенеза в клетках. Уравнения Нернста для равновесного потенциала. Уравнение Гольдмана. Электродвижущая сила для ионов.</li> <li>2. Модель Нобла и ее развитие.</li> <li>3. Имитационные модели распространения инфекций с использованием агентного подхода. Многоагентная модель распространения гриппа. Модели на основе клеточных автоматов.</li> </ol>
<b>Билет 3</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ионные токи проводимости. Эквивалентные схемы. Потенциал покоя и входное сопротивление.</li> <li>2. Модель Мальцева-Лакатты. Мембранные и кальциевые часы.</li> <li>3. Модель Барояна-Рвачева и ее модификации.</li> </ol>

### 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 : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017103.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017103.html</a> .		
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: <a href="https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004321809">https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004321809</a>	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)

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Количество пользователей
1.	Внутренняя электронно-библиотечная система (ВЭБС) ПИМУ	Труды сотрудников ПИМУ (учебники, учебные пособия, сборники задач, методические пособия, лабораторные работы, монографии и др.)	Доступ по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено
2.	НЭБ.РФ Электронные книги	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: <a href="https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004321809">https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004321809</a>	необходима индивидуальная регистрация	по числу студентов



3.	Каталог библиотеки Печатные издания	Антонов В. Ф. Биофизика. учебник для студентов высших учебных заведений. - М. : Владос, 2000. 288 с.	необходима индивид. регистрация	по числу студентов
4.	ЦМНБ Печатные издания	Николлс Дж. Г. От нейрона к мозгу Текст] / Дж. Г. Николлс ; пер. с четвертого англ. изд. П. М. Балабана ; под ред. П. М. Балабана и Р. А. Гиниатуллина. — Изд. 3-е. — Москва : ЛИБРОКОМ, 2012 г	необходима индивид. регистрация	по числу студентов

### 5.3.2. Доступы, приобретенные университетом

№	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Количество пользователей
1.	База данных «Медицина. Здравоохранение (ВО) и «Медицина. Здравоохранение (СПО)» в составе базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента)»	Учебники и учебные пособия для высшего медицинского и фармацевтического образования	Доступ по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено  Срок действия: до 31.12.2021
2.	База данных «Консультант врача. Электронная медицинская библиотека»	Национальные руководства, клинические рекомендации, учебные пособия, монографии, атласы, справочники и др.	Доступ по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено  Срок действия: до 31.12.2021
3.	База данных «Электронная библиотечная система «Букап»	Учебная и научная медицинская литература российских издательств, в т.ч. переводные издания. Коллекция подписных изданий формируется точно.	Доступ по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства. (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ). С компьютеров университета – доступ	Не ограничено  Срок действия: до 31.05.2022



			автоматический.	
4.	Электронная библиотека «Юрайт»	Коллекция изданий по психологии, этике, конфликтологии	Доступ по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено Срок действия: до 31.12.2021
5.	Электронные периодические издания в составе базы данных «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY»	Электронные медицинские журналы	Доступ – с компьютеров университета.	Не ограничено Срок действия: до 31.12.2021
6.	Электронный абонемент ЦНМБ Первого МГМУ им. И.М. Сеченова	Электронные копии научных и учебных изданий из фонда ЦНМБ	Доступ к электронному документу предоставляется на определенный срок по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера	Ограничена выдача (700 док. в год)
7.	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 по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства	Не ограничено Срок действия: Не ограничен
8.	Электронная справочно-правовая система «Консультант Плюс» (договор на бесплатной основе)	Нормативные документы, регламентирующие деятельность медицинских и фармацевтических учреждений	Доступ – с компьютеров научной библиотеки	Не ограничено Срок действия: Не ограничен
9.	Национальная электронная	Электронные копии изданий (в т.ч. научных)	Научные и учебные	Не ограничено

	библиотека (НЭБ) (договор на бесплатной основе)	и учебных) по широкому спектру знаний	произведения, не переиздававшиеся последние 10 лет – в открытом доступе. Произведения, ограниченные авторским правом, – с компьютеров научной библиотеки	Срок действия: Не ограничен
--	---	---	---	-----------------------------------

### 5.3.3. Ресурсы открытого доступа (указаны основные)

№	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Количество пользователей
<b>Отечественные ресурсы</b>				
1.	Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ)	Полнотекстовые электронные копии печатных изданий и оригинальные электронные издания по медицине и биологии	Доступ любого компьютера и мобильного устройства	Не ограничено
2.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты научных публикаций, в том числе электронные версии российских научных журналов.	Доступ 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	Доступ любого компьютера и мобильного устройства	Не ограничено
<b>Зарубежные ресурсы в рамках Национальной подписки</b>				
1.	Электронная коллекция издательства Springer	Полнотекстовые научные издания (журналы, книги, статьи, научные протоколы, материалы конференций и др.) по естественно-научным, медицинским и	Доступ – с компьютеров университета.	Не ограничено

		гуманитарным наукам		
2.	База данных периодических изданий издательства Wiley	Периодические издания издательства Wiley по естественно-научным, медицинским и гуманитарным наукам	Доступ – с компьютеров университета, с любого компьютера по индивидуальному логину и паролю	Не ограничено
3.	Электронная коллекция «Freedom» на платформе Science Direct	Книги и периодические издания издательства «Elsevier» по естественно-научным, медицинским и гуманитарным наукам	Доступ – с компьютеров университета, с любого компьютера по индивидуальному логину и паролю	Не ограничено
4.	БД Scopus	Международная реферативная база данных научного цитирования	Доступ – с компьютеров университета, с любого компьютера по индивидуальному логину и паролю	Не ограничено
5.	БД Web of Science Core Collection	Международная реферативная база данных научного цитирования	Доступ – с компьютеров университета, с любого компьютера по индивидуальному логину и паролю	Не ограничено
6.	БД Questel Orbit	Патентная база данных компании Questel	Доступ – с компьютеров университета	Не ограничено
<b>Зарубежные ресурсы открытого доступа</b>				
1.	PubMed	Поисковая система Национальной медицинской библиотеки США для поиска публикаций по медицине и биологии в англоязычных базах данных «Medline», «PreMedline» и файлах издательских описаний	Доступ любого компьютера и мобильного устройства	Не ограничено
2.	Directory of Open Access Journals	Директория открытого доступа к полнотекстовой коллекции периодических изданий (свыше 11 тыс. назв.)	Доступ любого компьютера и мобильного устройства	Не ограничено
3.	Directory of open access books (DOAB)	Директория открытого доступа к полнотекстовой	Доступ любого компьютера и мобильного	Не ограничено



		коллекции научных книг (свыше 10 тыс.)	устройства	
--	--	--	------------	--

## 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 или пользова телей	Тип программного обеспечения	Производитель	Номер в едином реестре российского ПО	№ Договора от Дата договора
1	Wtware	100	Операционная система тонких клиентов	Ковалёв Андрей Александров ич	1960	2471/05-18 ИП Ковалев от 28.05.2018
2	МойОфис Стандартны й. Лицензия Корпоратив ная на пользовател я для образовател ьных организаций , без ограничения срока действия, с правом на получение обновлений на 1 год.	220	Офисное приложение	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГ ИИ"	283	715Ц ООО "Рубикон" от 17.12.2018

3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 1 year Educational Renewal License - Лицензия	1500	Средства антивирусной защиты	АО "ЛАБОРАТОРИЯ КАСПЕРСКОГО"	207	04-ЗК АО ЦКТ "МАЙ" от 10.02.2021
4	LibreOffice		Офисное приложение	The Document Foundation	Свободно распространяемое ПО	
5	Windows 10 Education	700	Операционные системы	Microsoft	Подписка Azure Dev Tools for Teaching	2221 ООО "Софттекс" от 01.11.2018
6	СПС Консультант Плюс	50	Справочная система	ЗАО "КОНСУЛЬТАНТ ПЛЮС"	212	03-ЗК ООО "Апрель ИНФО" от 09.02.2021
7	Яндекс.Браузер		Браузер	ООО «ЯНДЕКС»	3722	
8	Secret Net Studio	150	Средство защиты информации от несанкционированного доступа	ООО «Код Безопасности»	3855	800Ц ООО «Софтлайн Проекты» от 31.12.2019
9	Подписка на MS Office Pro на 170 ПК для ФГБОУ ВО "ПИМУ" Минздрава России	170	Офисное приложение	Microsoft		23618/НН1 0030 ООО "Софтлайн Трейд" от 04.12.2020



федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Приволжский исследовательский медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра  
Медицинская биофизика

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**  
в рабочей программе по дисциплине/практике  
**«Математические и компьютерные модели в медицине»**  
Форма обучения: очно-заочная

направление подготовки **09.04.02 Информационные системы и технологии**  
шифр, наименование

профиль **Информационные системы и технологии в здравоохранении**  
наименование

№ пп	Наименование раздела	Содержание внесенных изменений	Дата вступления изменений в силу	Подпись исполнителя
1	<i>Электронные образовательные ресурсы, используемые в процессе преподавания дисциплины (п.5.3)</i>	<i>Актуализированы электронные образовательные ресурсы, используемые в процессе преподавания дисциплины (Приложение 1)</i>	01.09.2022г.	
2	<i>Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (п.б.3)</i>	<i>Актуализирован перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (Приложение 2)</i>	01.09.2022г.	

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол № 7 от «10» июня 2022 г.

Заведующий кафедрой медицинской  
биофизики, д.ф.-м.н., д.б.н., профессор



Иудин Д.И.



### 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	Кол-во пользователей
Внутренняя электронная библиотечная система (ВЭБС): <a href="http://nbk.pimunn.net/MegaPro/Web">http://nbk.pimunn.net/MegaPro/Web</a>	Труды сотрудников ПИМУ (учебники, учебные пособия, сборники задач, методические пособия, лабораторные работы, монографии, научные статьи, диссертации, авторефераты диссертаций, патенты и др.)	Доступ по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено

#### 5.3.2. Доступы, приобретенные университетом

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Кол-во пользователей
1.	База данных «Медицина. Здравоохранение (ВО) и «Медицина. Здравоохранение (СПО)» в составе базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента»): <a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>	Учебники и учебные пособия для высшего медицинского и фармацевтического образования	Доступ по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено Срок доступа: до 31.12.2022
2.	База данных «Консультант врача. Электронная медицинская библиотека»: <a href="https://www.rosmedlib.ru/">https://www.rosmedlib.ru/</a>	Национальные руководства, клинические рекомендации, учебные пособия, монографии, атласы, справочники и др.	Доступ по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено Срок доступа: до 31.12.2022
3.	База данных «Электронная библиотечная система «Букап»: <a href="https://www.books-up.ru/">https://www.books-up.ru/</a>	Учебная и научная медицинская литература российских издательств (коллекция подписных изданий)	Доступ по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено Срок доступа: до 31.05.2022

		формируется точно). Коллекции изданий вузов-участников проекта «Большая медицинская библиотека».		
4.	Электронная библиотека «Юрайт»: <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	Коллекция изданий по психологии, этике, конфликтологии и	Доступ по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено Срок доступа: до 11.02.2023
5.	Электронные периодические издания в составе базы данных «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU»: <a href="https://www.elibrary.ru/defaultx.asp">https://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>	Электронные медицинские журналы	Доступ по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства (после регистрации с компьютеров ПИМУ)	Не ограничено Срок доступа: до 11.02.2023
6.	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 доступа: бессрочно
7.	Сетевая электронная библиотека (СЭБ) (на платформе Электронно-библиотечной системы «Лань») (договор на бесплатной основе): <a href="https://e.lanbook.com/books">https://e.lanbook.com/books</a>	Коллекции изданий вузов-участников СЭБ различной тематической направленности и (в том числе по медицине и биологии)	Доступ по индивидуальному логину и паролю с любого компьютера и мобильного устройства (на платформе Электронной библиотеки ПИМУ)	Не ограничено Срок доступа: бессрочно
8.	Национальная электронная библиотека (НЭБ) (договор на бесплатной основе):	Электронные копии изданий (в т.ч. научных	Научные и учебные произведения, не переиздававшиеся	Не ограничено Срок



	<a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a>	и учебных) по широкому спектру знаний	последние 10 лет – в открытом доступе. Произведения, ограниченные авторским правом, – с компьютеров научной библиотеки	доступа: бессрочно
9.	Электронная справочно-правовая система «Консультант Плюс» (договор на бесплатной основе)	Нормативные документы, регламентирующие деятельность медицинских и фармацевтических учреждений	Доступ – с компьютеров научной библиотеки	Не ограничено Срок доступа: бессрочно
10.	Электронные коллекции издательства Springer (в рамках Национальной подписки): <a href="https://rd.springer.com/">https://rd.springer.com/</a>	Полнотекстовые научные издания (журналы, книги, статьи, научные протоколы, материалы конференций и др.) по естественно-научным, медицинским и гуманитарным наукам	Доступ – с компьютеров университета, с любого компьютера по индивидуальному логину и паролю ( <i>требуется персональная регистрация из сети университета с использованием корпоративной почты</i> )	Не ограничено
11.	База данных периодических изданий издательства Wiley (в рамках Национальной подписки):: <a href="http://www.onlinelibrary.wiley.com">www.onlinelibrary.wiley.com</a>	Периодические издания издательства Wiley по естественно-научным, медицинским и гуманитарным наукам	Доступ – с компьютеров университета, с любого компьютера по индивидуальному логину и паролю ( <i>требуется персональная регистрация из сети университета</i> )	Не ограничено
12.	Электронная коллекция «Freedom» на платформе Science Direct (в рамках Национальной подписки): <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a> .	Периодические издания издательства Elsevier по естественно-научным, медицинским и гуманитарным наукам	Доступ – с компьютеров университета, с любого компьютера по индивидуальному логину и паролю ( <i>требуется персональная регистрация из сети университета с использованием</i>	Не ограничено



			корпоративной почты)	
13.	База данных Scopus	Международная реферативная база данных научного цитирования	Доступ – с компьютеров университета, с любого компьютера по индивидуальному логину и паролю (требуется персональная регистрация из сети университета с использованием корпоративной почты)	Не ограничено
14.	База данных Questel Orbit	Патентная база данных компании Questel	Доступ – с компьютеров университета	Не ограничено

### 5.3.3. Ресурсы открытого доступа (указаны основные)

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа
1.	Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ): <a href="https://rucml.ru/pages/femb">https://rucml.ru/pages/femb</a>	Полнотекстовые электронные копии печатных изданий и оригинальные электронные издания по медицине и биологии	Доступ с любого компьютера и мобильного устройства
2.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <a href="https://www.elibrary.ru/defaultx.asp">https://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты научных публикаций, в том числе электронные версии российских научных журналов.	Доступ с любого компьютера и мобильного устройства
3.	Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка: <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>	Полные тексты научных статей с аннотациями, публикуемые в научных журналах России и ближнего зарубежья. Полные тексты научных статей с аннотациями, публикуемые в научных журналах России и Ближнего зарубежья	Доступ с любого компьютера и мобильного устройства
4.	Рубрикатор клинических рекомендаций Минздрава РФ: <a href="https://cr.minzdrav.gov.ru/#!/">https://cr.minzdrav.gov.ru/#!/</a>	Клинические рекомендации (протоколы лечения), алгоритмы действий врача (блок-схемы, пути ведения), методические рекомендации, справочная информация	Доступ с любого компьютера и мобильного устройства
5.	PubMed:	Поисковая система Национальной	Доступ с любого

	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed</a>	медицинской библиотеки США для поиска публикаций по медицине и биологии в англоязычных базах данных «Medline», «PreMedline» и файлах издательских описаний	компьютера и мобильного устройства
6.	Directory of Open Access Journals: <a href="https://www.doaj.org/">https://www.doaj.org/</a>	Директория открытого доступа к полнотекстовой коллекции периодических изданий (свыше 11 тыс. назв.)	Доступ любого компьютера и мобильного устройства
7.	Directory of open access books (DOAB): <a href="https://www.doabooks.org/">https://www.doabooks.org/</a>	Директория открытого доступа к полнотекстовой коллекции научных книг (свыше 10 тыс.)	Доступ любого компьютера и мобильного устройства

**6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:**

№ п.п.	Программное обеспечение	Кол-во лицензий или польза вателей	Тип программного обеспечения	Производитель	Номер в едином реестре российского ПО	№ Договора от Дата договора
1	Программный комплекс CommuniGate Pro Ver. 6.3	11200	Платформа коммуникаций (электронная почта, файловый обмен)	АО«СТАЛКЕР СОФТ»	7112	22с-1805 ООО "РПСНАБ" от 23.08.2022
2	WEBINAR (ВЕБИНАР)		Платформа для онлайн мероприятий	ООО "ВЕБИНАР ТЕХНОЛОГИ И"	3316	17-ЗК от 28.04.2022
3	Wtware	100	Операционная система тонких клиентов	Ковалёв Андрей Александрович	1960	2471/05-18 от 28.05.2018
4	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 ТЕХНОЛОГИ И"	283	без ограничения с правом на получение обновлений на 1 год.
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 1 year Educational Renewal License -	1500	Средства антивирусной защиты	АО "ЛАБОРАТОРИЯ КАСПЕРСКОГО"	207	04-ЗК АО ЦКТ "МАЙ" от 10.02.2022



	Лицензия					
6	Trusted.Net	10000	Средства управления доступом к информационным ресурсам	ООО "Цифровые технологии"	1798	218 от 13.12.2021
7	LibreOffice		Офисное приложение	The Document Foundation	Свободно распространяемое ПО	
8	Windows 10 Education	700	Операционные системы	Microsoft	Подписка Azure Dev Tools for Teaching	
9	Яндекс.Браузер		Браузер	ООО «ЯНДЕКС»	3722	