

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПРИВОЛЖСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

профессор

Е.С. Богомолова

«29» апреля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Название дисциплины: «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В БИОЛОГИИ
И МЕДИЦИНЕ»**

Направление подготовки (специальность): 31.05.01 ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЛО

Квалификация (степень) выпускника: ВРАЧ - ЛЕЧЕБНИК

Факультет: ЛЕЧЕБНЫЙ

Кафедра: МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Форма обучения: ОЧНАЯ

2021 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности 31.05.01 «ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЛО» утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 988 от 12 августа 2020 г.

Разработчики рабочей программы:

Другова О.В. - доцент кафедры медицинской физики и информатики, к.б.н.

Рецензенты:

Воденев В.А. - д.б.н., доцент, заведующий кафедрой биофизики Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского"

Ловцова Л.В. - д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей и клинической фармакологии ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры медицинской физики и информатики ПИМУ «15» апреля 2021 г. (протокол № 9)

Заведующий кафедрой медицинской физики и информатики, д.ф.-м.н., д.б.н., профессор


(подпись)

/ Иудин Д.И. /

СОГЛАСОВАНО

Председатель цикловой методической комиссии
по естественно - научным дисциплинам
(протокол № 6 от 22 апреля 2021 г.)
профессор, д.б.н., доцент


(подпись)

/ Малиновская С.Л. /

«22 апреля» 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

Заместитель начальника УМУ


(подпись)

/ Ловцова Л.В. /

«29» апреля 2021 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины «Математические модели в биологии и медицине» (далее – дисциплина):

Цель освоения дисциплины: участие в формировании компетенций:

УК-1 состоящее в формировании у студентов способности осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

Задачи дисциплины:

знать:

- основы математического моделирования живых систем;
- методы разработки моделей живых систем.

уметь:

- решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических и естественнонаучных профессиональных знаний;
- основываясь на знании базовых моделей, различать типы динамического поведения живых систем;
- руководить процессом разработки моделей живых систем

владеть:

- современными методами анализа экспериментальных данных и методами математического моделирования;
- методами анализа данных в медико-биологических исследованиях и особенностями построения, применения и анализа математические модели живых систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО организации:

2.1. Дисциплина относится к факультативным дисциплинам ООП ВО, изучается в 8 семестре.

2.2. Дисциплина «Математические модели в биологии и медицине» базируется на знаниях, полученных в ходе освоения программы специалитета.

2.3. Дисциплина «Математические модели в биологии и медицине» является основой для изучения дисциплин: «Автоматизация медицинских исследований», «Основы машинного обучения (нейронные сети)», «Автоматизированный анализ изображений в здравоохранении», прохождения НИР, а также подготовки и защиты ВКР.

3. Результаты освоения дисциплины и индикаторы достижения компетенций:

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

п /№	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе	<u>ИД-1_{УК-1.1}</u> Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа	методологию абстрактного мышления для систематизации количественных и качественных характеристик физиологическо-	получать новые знания на основе анализа, синтеза; решать нестандартные профессиональные задачи, применяя новейшие методы	методологией абстрактного мышления для применения на практике новых научных знаний и методов исследования;

	системного подхода, выработать стратегию действий	<p><u>ИД-2_{УК-1.2}</u> Умеет: получать новые знания на основе анализа, синтеза; собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта</p> <p><u>ИД-3_{УК-1.3}</u> Имеет практический опыт: исследования проблемы профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; разработки стратегии действий для решения профессиональных проблем</p>	го состояния организма и окружающей среды; основные понятия математического и компьютерного моделирования живых систем.	математического и компьютерного моделирования живых систем.	способами математического и компьютерного моделирования живых систем.
--	---	--	---	---	---

4. Разделы дисциплины и компетенции, которые формируются при их изучении:

п/№	Код компетенции	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1.	УК-1	Одномерные модели	Введение. Методы моделирования биологических процессов и систем. Классификация моделей Динамическая система и ее математическая модель Классификация динамических систем Геометрическая интерпретация. Фазовый и параметрический портреты. Экспоненциальные процессы с неограниченным ростом. Рост численности колонии микроорганизмов. Модель народонаселения Мальтуса. Экспоненциальные процессы с ограниченным ростом. Уравнение Ферхюльста (логистическое уравнение). Модель Гомперца (рост раковых опухолей). Модель популяции с малой плотностью. Учет внутривидовой конкуренции. Компромиссная модель. Эффект охоты Модели с дискретным временем. Отображения как простейшие модели хаоса. Дискретные модели популяционной динамики: логистическое отображение и модель Рикера.
2.	УК-1	Двумерные модели	Линейные системы. Фазовая плоскость. Метод изоклин. Устойчивость стационарных состояний Классификация особых точек на фазовой плоскости Бифуркационная диаграмма. Нелинейные системы. Нелинейные элементы и их характеристики Фундаментальные эффекты, к которым приводит нелинейность. Кинетика ферментативных процессов Фермент-субстратная реакция Михаэлиса-Ментен

			Быстрые и медленные движения. Теорема Тихонова. Нелинейные эффекты в ферментативной кинетике. Мультистационарные системы. Триггер. Силовое и параметрическое переключение триггера. Модель генетического триггера Жакоба-Моно. Модель Лотки - Вольтерра. Модели взаимодействия двух видов. Элементарные факторы внутри- и межпопуляционных отношений. Модель взаимодействия загрязнения с окружающей средой. Математическая модель очистки сточных вод (азротек). Простейшая модель инфекционного заболевания (модель Марчука). Модель проточной культуры микроорганизмов (хемостат).
3.	УК-1	Биологические осцилляторы	Автоколебательные процессы в химических и биологических системах. Брюсселятор. Модель реакции Белоусова – Жаботинского (орегонатор). Простейшая модель гликолиза (модель Хиггинса). Элементы нейродинамики. Возбудимость и рефрактерность. Нейронные сети. Модель Хопфилда. Правило обучения Хебба. Модель нейрона МакКаллока-Питтса. Многослойные нейронные сети. Перцептрон. Физиологические модели нейронов. Пороговый интегратор как простейшая модель нейрона. Модель Ходжкина-Хаксли. Модель ФитцХью-Нагумо. Моделирование кардиомиоцита, фибробласта и пейсмекерной клетки. Триггерный режим (бистабильность).
4.	УК-1	Распределенные системы	Системы типа реакция-диффузия. Процессы самоорганизации в открытых системах. Модель Тьюринга и явление морфогенеза. Динамика активных сред. Модель возбудимой среды Винера-Розенблюта.

5. Объем дисциплины и виды учебной работы.

Вид учебной работы	Трудоемкость		Трудоемкость по семестрам (АЧ)
	объем в зачетных единицах (ЗЕ)	объем в академических часах (АЧ)	8
<i>Аудиторная работа, в том числе</i>	2	72	72
Лекции (Л)	0,3	10	10
Лабораторные практикумы (ЛП)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,9	34	34
Семинары (С)	-	-	-
Самостоятельная работа студента (СРС)	0,8	28	28
Научно-исследовательская работа студента	-	-	-
Промежуточная аттестация - <i>ЗАЧЕТ</i>			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ	2	72	72

6. Содержание дисциплины

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной работы* (в АЧ)					
			Л	ЛП	ПЗ	С	СРС	всего
1	1	Одномерные модели	3		10		8	21
2	1	Двумерные модели	4		12		10	26
3	2	Биологические осцилляторы	2		8		6	16
4	2	Распределенные системы	1		4		4	9
		<i>Зачет</i>						
		ИТОГО	10		34		28	72

* Л – лекции; ЛП – лабораторный практикум; ПЗ – практические занятия; С – семинары; СРС – самостоятельная работа студента.

6.2. Тематический план лекций:

№ п/п	Наименование тем лекций	Объем в АЧ
		семестр 8
1.	Введение. Методы моделирования биологических процессов и систем. Классификация моделей. Динамическая система и ее математическая модель. Классификация динамических систем. Геометрическая интерпретация. Фазовый и параметрический портреты.	1
2.	Одномерные динамические системы. Экспоненциальные процессы с неограниченным ростом.	1
3.	Экспоненциальные процессы с ограниченным ростом. Уравнение Ферхюльста (логистическое уравнение). Модель Гомперца (рост раковых опухолей).	1
4.	Модели с дискретным временем. Отображения как простейшие модели хаоса.	1
5.	Линейные системы. Фазовая плоскость. Метод изоклин. Устойчивость стационарных состояний. Классификация особых точек на фазовой плоскости. Бифуркационная диаграмма. Нелинейные системы. Нелинейные элементы и их характеристики. Фундаментальные эффекты, к которым приводит нелинейность.	1
6.	Модель Лотки - Вольтерра. Модели взаимодействия двух видов. Элементарные факторы внутри- и межпопуляционных отношений.	1
7.	Автоколебательные процессы в химических и биологических системах.	2
8.	Элементы нейродинамики. Возбудимость и рефрактерность. Нейронные сети.	1
9.	Распределенные системы. Системы типа реакция-диффузия. Процессы самоорганизации в открытых системах. Динамика активных сред.	1
	ИТОГО (всего - АЧ)	10

6.3. Тематический план лабораторных практикумов: не предусмотрено ФГОСом.

6.4. Тематический план практических занятий:

№ п/п	Наименование практических занятий	Объем в АЧ
		семестр 8
1.	Рост численности колонии микроорганизмов. Модель народонаселения Мальтуса.	4
2.	Модель популяции с малой плотностью. Учет внутривидовой конкуренции. Компромиссная модель. Эффект охоты.	4
3.	Дискретные модели популяционной динамики: логистическое отображение и модель Рикера.	2
4.	Кинетика ферментативных процессов. Фермент-субстратная реакция	4

	Михаэлиса-Ментен. Быстрые и медленные движения. Теорема Тихонова. Нелинейные эффекты в ферментативной кинетике.	
5.	Мультистационарные системы. Триггер. Силовое и параметрическое переключение триггера. Модель генетического триггера Жакоба-Моно.	2
6.	Модель взаимодействия загрязнения с окружающей средой. Математическая модель очистки сточных вод (азротек). Простейшая модель инфекционного заболевания (модель Марчука). Модель проточной культуры микроорганизмов (хемостат).	6
7.	Брюсселятор. Модель реакции Белоусова – Жаботинского (орегонатор). Простейшая модель гликолиза (модель Хиггинса).	4
8.	Модель Хопфилда. Правило обучения Хебба. Модель нейрона МакКаллока-Питтса. Многослойные нейронные сети. Перцептрон.	2
9.	Физиологические модели нейронов. Пороговый интегратор как простейшая модель нейрона. Модель Ходжкина-Хаксли.	2
10.	Модель ФитцХью-Нагумо. Моделирование кардиомиоцита, фибробласта и пейсмекерной клетки. Триггерный режим (бистабильность).	2
11.	Модель Тьюринга и явление морфогенеза. Модель возбудимой среды Винера-Розенблюта.	2
	ИТОГО (всего - АЧ)	34

6.5. Тематический план клинических практических занятий:

- ФГОС не предусмотрены.

6.6. Тематический план семинаров:

- ФГОС не предусмотрены.

6.7. Виды и темы самостоятельной работы студента (СРС):

№ п/п	<i>Виды и темы СРС*</i>	Объем в АЧ
		семестр 8
1.	Одномерные модели. <i>ДЗ, СДО, Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет</i>	8
2.	Двумерные модели. <i>ДЗ, СДО, Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет</i>	10
3.	Биологические осцилляторы. <i>ДЗ, СДО, Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет</i>	6
4.	Распределенные системы. <i>ДЗ, СДО, Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет</i>	4
	ИТОГО (всего – АЧ)	28

*Виды самостоятельной работы: работа с литературными и иными источниками информации по изучаемому разделу, в том числе в интерактивной форме, выполнение заданий (ДЗ), предусмотренных рабочей программой (групповых и (или) индивидуальных) в форме написания рефератов, эссе, подготовки докладов, выступлений; подготовка к участию в занятиях в интерактивной форме (ролевые и деловые игры, тренинги, игровое проектирование, компьютерная симуляция, дискуссии), работа с электронными образовательными ресурсами, размещенными на образовательном портале Университета (СДО), подготовка курсовых работ и т.д.

6.8. Научно-исследовательская работа студента:

- ФГОС не предусмотрена.

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

7.1. Перечень основной литературы:

№ п/п	Наименование согласно библиографическим требованиям	Количество экземпляров	
		На кафедре	В библиотеке
1.	Ризниченко, Г.Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Г.Ю. Ризниченко. – М.: Юрайт, 2018. – 183 с.	–	Электронное издание
2.	Мятлев В.Д., Панченко Л.А., Ризниченко Г.Ю., Терехин А.Т. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. М.: Юрайт, 2020г, 321 с.	–	Электронное издание

**перечень основной литературы должен содержать учебники, изданные за последние 10 лет (для дисциплин гуманитарного, социального и экономического цикла за последние 5 лет), учебные пособия, изданные за последние 5 лет.*

7.2. Перечень дополнительной литературы:

№ п/п	Наименование согласно библиографическим требованиям	Количество экземпляров	
		На кафедре	В библиотеке
1.	Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2011, 232 с.	Электронное издание	–
2.	Соловьева О.Э., Мархасин В.С., Кацнельсон Л.Б., Сульман Т.Б., Васильева А.Д., Курсанов А.Г. Математическое моделирование живых систем. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2013	Электронное издание	–
3.	Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. Динамические системы и модели биологии. М.: Физматлит, 2010	Электронное издание	–
4.	Мюррей Дж. Математическая биология. Том 1. Введение. - М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2009, 776 с.	Электронное издание	–

**дополнительная литература содержит дополнительный материал к основным разделам программы дисциплины.*

7.3. Перечень методических рекомендаций для самостоятельной работы студентов:

№ п/п	Наименование согласно библиографическим требованиям	Количество экземпляров	
		на кафедре	в библиотеке
1.	Ижикевич Е. Динамические системы в нейронауке. Геометрия возбудимости и пачечной активности. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2018, 520 с.	Электронное издание	-

7.4. Электронные образовательные ресурсы, используемые в процессе преподавания дисциплины:

7.4.1. Внутренняя электронная библиотечная система университета (ВЭБС)*

<i>Наименование электронного ресурса</i>	<i>Краткая характеристика (контент)</i>	<i>Условия доступа</i>	<i>Количество пользователей</i>
Внутренняя электронная библиотечная система (ВЭБС)	Труды профессорско-преподавательского состава академии: учебники и учебные пособия, монографии, сборники научных трудов, научные статьи, диссертации, авторефераты диссертаций, патенты.	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет, по индивидуальному логину и паролю [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://95.79.46.206/login.php	Не ограничено

7.4.2. Электронные образовательные ресурсы, приобретаемые университетом

<i>Наименование электронного ресурса</i>	<i>Краткая характеристика (контент)</i>	<i>Условия доступа</i>	<i>Количество пользователей</i>
Электронная база данных «Консультант студента»	Учебная литература + дополнительные материалы (аудио-, видео-, интерактивные материалы, тестовые задания) для высшего медицинского и фармацевтического образования. Издания, структурированы по специальностям и дисциплинам в соответствии с действующими ФГОС ВПО.	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет, по индивидуальному логину и паролю [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/	Общая подписка ПИМУ
Электронная библиотечная система «Букап»	Учебная и научная медицинская литература российских издательств, в т.ч. переводы зарубежных изданий.	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет по логину и паролю, с компьютеров академии. Для чтения доступны издания, на которые оформлена подписка. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.books-up.ru/	Общая подписка ПИМУ
«Библиопоиск»	Интегрированный поисковый сервис «единого окна» для электронных каталогов, ЭБС и полнотекстовых баз данных. Результаты единого поиска в демоверсии включают документы из отечественных и зарубежных электронных библиотек и баз данных, доступных университету в рамках подписки, а также из баз данных открытого доступа.	Для ПИМУ открыт доступ к демоверсии поисковой системы «Библиопоиск»: http://bibliosearch.ru/pimu .	Общая подписка ПИМУ
Отечественные электронные периодические	Периодические издания медицинской тематики и по вопросам высшей школы	- с компьютеров академии на платформе электронной библиотеки eLIBRARY.RU	

издания		-журналы изд-ва «МедиаСфера» -с компьютеров библиотеки или предоставляются библиотекой по заявке пользователя [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elibrary.ru/	
Международная наукометрическая база данных «Web of Science Core Collection»	Web of Science охватывает материалы по естественным, техническим, общественным, гуманитарным наукам; учитывает взаимное цитирование публикаций, разрабатываемых и предоставляемых компанией «Thomson Reuters»; обладает встроенными возможностями поиска, анализа и управления библиографической информацией.	С компьютеров ПИМУ доступ свободный [Электронный ресурс] – Доступ к ресурсу по адресу: http://apps.webofknowledge.com	С компьютеров ПИМУ доступ свободный

7.4.3 Ресурсы открытого доступа

Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа
Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ)	Включает электронные аналоги печатных изданий и оригинальные электронные издания, не имеющие аналогов, зафиксированных на иных носителях (диссертации, авторефераты, книги, журналы и т.д.). [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://нэб.рф/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты научных статей и публикаций. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elibrary.ru/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет.
Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка	Полные тексты научных статей с аннотациями, публикуемые в научных журналах России и ближнего зарубежья. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
Российская государственная библиотека (РГБ)	Авторефераты, для которых имеются авторские договоры с разрешением на их открытую публикацию [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.rsl.ru/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
Справочно-правовая система «Консультант Плюс»	Федеральное и региональное законодательство, судебная практика, финансовые консультации, комментарии законодательства и др. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
Официальный сайт Министерства здравоохранения Российской	Национальные клинические рекомендации [Электронный ресурс] – Режим доступа: sr.rosminzdrav.ru - Клинические рекомендации	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет

Федерации		
Официальный сайт Российского респираторного общества	Современные материалы и клинические рекомендации по диагностике и лечению заболеваний органов дыхания [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.spulmo.ru – Российское респираторное общество	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
Официальный сайт Российского научного общества терапевтов	Современные материалы и клинические рекомендации по диагностике и лечению заболеваний внутренних органов [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.rnmot.ru – Российское научное общество терапевтов	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

8.1. 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.

1. Для проведения лекций имеются:

- лекционные аудитории БФК (большой и малый залы);
- лекционная аудитория Морфологического корпуса;
- лекционная аудитория общежития №3;
- лекционная аудитория корпуса №9.

2. Для проведения практических занятий на базе корпуса № 2 (БФК) имеются учебные аудитории, снабженные:

- учебными досками, учебной мебелью, методическими материалами, ПК, проектором, мультимедиа-проектором, ноутбуком, доступом в Интернет.
- 4 дисплейных класса.

8.2. 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 пакет прикладных программ MATLAB	15

9.3. Комплект 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	Wtware	100	Операционная система тонких клиентов	Ковалёв Андрей Александрович	1960	2471/05-18 от 28.05.2018
2	МойОфис Стандартный. Лицензия Корпоративная на пользователя для образовательных	220	Офисное приложение	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	283	без ограничения с правом на получение обновлений на 1 год.

	организаций, без ограничения срока действия, с правом на получение обновлений на 1 год.					
3	LibreOffice		Офисное приложение	The Document Foundation	Свободно распространяемое ПО	
4	Windows 10 Education	700	Операционные системы	Microsoft	Подписка Azure Dev Tools for Teaching	
5	Яндекс.Браузер		Браузер	ООО «ЯНДЕКС»	3722	
6	Подписка на MS Office Pro на 170 ПК для ФГБОУ ВО "ПИМУ" Минздрава России	170	Офисное приложение	Microsoft		23618/НН1003 0 000 "Софтлайн Трейд" от 04.12.2020