

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



УТВЕРЖДАЮ
проректор по учебной работе
профессор Е.С. Богомолова

2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Название дисциплины: «ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»

Специальность: 32.05.01 МЕДИКО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ДЕЛО

Квалификация (степень) выпускника: ВРАЧ ПО ОБЩЕЙ ГИГИЕНЕ, ПО
ЭПИДЕМИОЛОГИИ

Факультет: МЕДИКО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ

Кафедра: ОБЩАЯ ХИМИЯ

Форма обучения: ОЧНАЯ

2019 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности «Медико-профилактическое дело – 32.05.01», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 552 от 15 июня 2017 г.

Разработчики рабочей программы:

Гордцов А.С., доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии
Зими́на С.В., кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры общей химии
Красникова О.В., кандидат биологических наук, доцент кафедры общей химии

Рецензенты:

О.В. Жукова – к.фарм.н., доцент, заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармакогнозии ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России.

Ю.А. Федоров - д.х.н., профессор, заведующий кафедрой органической химии
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И.Лобачевского»,

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей химии 26.08.2019 г.
(протокол № 1)

Зав.кафедрой общей химии,
д.х.н., профессор А.С. Гордцов



26.08.2019 г.

СОГЛАСОВАНО
Председатель ЦМК по естественно-научным,
дисциплинам, д.б.н., С.Л. Малиновская



28.08.2019 г.

СОГЛАСОВАНО
Зам. начальника УМУ,
А.С. Василькова



28.08.19 г.

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель и задачи освоения дисциплины «Физическая и коллоидная химия» (далее – дисциплина).

Цель освоения дисциплины: участие в формировании компетенций УК-4, УК-6

1.2 Задачи дисциплины:

Знать:

- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории при работе с приборами и реактивами;
- термодинамические и кинетические закономерности, определяющие протекание химических и биохимических процессов;
- физико-химические аспекты важнейших биохимических процессов и различных видов балансов в организме и в окружающей среде: теоретические основы биоэнергетики, факторы, влияющие на смещение химического равновесия в биохимических и экологических процессах;
- основные типы химических равновесий и процессов жизнедеятельности: протолитические, окислительно-восстановительные, комплексообразовательные и лигандообменные, гетерогенные;
- закономерности протекания физико-химических процессов в живых системах и в окружающей среде с точки зрения их конкуренции, возникающей в результате совмещения равновесий разных типов;
- роль биогенных элементов и их соединений в живых системах и в окружающей среде;
- физико-химические основы поверхностных явлений и факторы, влияющие на свободную поверхностную энергию; особенности адсорбции на различных границах разделов фаз;
- химико-биологическую сущность процессов, происходящих в живых организмах на молекулярном и клеточном уровнях и в окружающей среде;
- особенности физико-химии дисперсных систем и растворов биополимеров.

Уметь:

- прогнозировать результаты физико-химических процессов, протекающих в живых системах и в окружающей среде, опираясь на теоретические положения;
- научно обосновывать наблюдаемые явления;
- производить физико-химические измерения, характеризующие те или иные свойства растворов, смесей и других объектов, моделирующих внутренние среды организма и окружающей среды;
- представлять данные экспериментальных исследований и виде графиков и таблиц;
- производить наблюдения за протеканием химических реакций и делать обоснованные выводы;
- представлять результаты экспериментов и наблюдений в виде законченного протокола исследования;
- решать типовые практические задачи и овладеть теоретическим минимумом на более абстрактном уровне;
- решать ситуационные задачи, опираясь на теоретические положения, моделирующие физико-химические процессы, протекающие в живых организмах и в окружающей среде;
- уверенно ориентироваться в информационном потоке (использовать справочные данные и библиографию по той или иной причине).

Владеть:

- базовыми технологиями преобразования информации, текстовыми и табличными редакторами, техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности;
- навыками измерения рН биожидкостей, природных и техногенных водных сред с помощью иономеров;

- навыками измерения электродных и восстановительных потенциалов;
- навыками измерения скорости протекания химических реакций;
- навыками определения поверхностного натяжения жидкостей;
- навыками количественного определения адсорбции веществ.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО организации:

2. Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (обязательная часть). Дисциплина изучается в 1,2 семестрах.

2.1 Для изучения дисциплины необходимы знания, формируемые школьными дисциплинами: общая химия, неорганическая химия, органическая химия.

2.2 Изучение дисциплины необходимо для знаний, умений и навыков, формируемых последующими дисциплинами профессионального цикла: биохимия, биология, нормальная физиология, патофизиология, фармакология, гигиена, основы питания здорового и больного человека, клиническая фармакология, физиотерапия.

3. Результаты освоения дисциплины и индикаторы достижения компетенций:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих универсальных (УК), общепрофессиональных (ОПК):

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-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, академического и профессионального взаимодействия	ИД-2 _{УК-4.2} Соблюдение норм публичной речи, регламента в монологе и дискуссии в соответствии с коммуникативной задачей ИД-3 _{УК-4.3} Ведение диалога с партнером, высказывание и обоснование мнения (суждения) и запрашивание мнения партнера ИД-4 _{УК-4.4} Выбор лингвистической формы и способа языкового выражения, адекватных условиям акта коммуникации ИД-5 _{УК-4.5} Ведение профессиональной переписки, письменное оформление и передача профессиональной информации (письмо)	Правила техники безопасности работы в химической лаборатории и с физической аппаратурой;	Представить результаты практической работы и наблюдений в виде законченного отчета.	умеренно ориентироваться в информационном потоке (использовать справочные данные и библиографию по той или иной причине).
2	УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и	ИД-1 _{УК-6.1} Синтез и систематизация имеющихся теоретических знаний для решения	Правила техники безопасности работы в химической лаборатории и	Представить результаты практической работы и наблюдений в виде	умеренно ориентироваться в информационном потоке (использовать

	образования в течение всей жизни	практических ситуаций ИД-3 _{УК-6.3} Представление в устной или письменной форме развернутого собственного плана деятельности	с физической аппаратурой;	законченного отчета.	справочные данные и библиографию по той или иной причине).
--	----------------------------------	---	---------------------------	----------------------	--

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

п/№	Код компетенции	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	УК-4, УК-6	Элементы химической термодинамики, и химической кинетики. Химическое равновесие.	<p>Предмет и методы химической термодинамики. Взаимосвязь между процессами обмена веществ и энергии в организме. Химическая термодинамика как теоретическая основа биоэнергетики.</p> <p>Основные понятия термодинамики. Интенсивные и экстенсивные параметры. Функция состояния. Внутренняя энергия. Работа и теплота — две формы передачи энергии. Типы термодинамических систем (изолированные, закрытые, открытые). Типы термодинамических процессов (изотермические, изобарные, изохорные). Стандартное состояние открытых систем.</p> <p><i>Первое начало термодинамики.</i> Энтальпия. Стандартная энтальпия образования вещества, стандартная энтальпия сгорания вещества. Стандартная энтальпия реакции. Закон Гесса. Применение первого начала термодинамики к биосистемам.</p> <p><i>Второе начало термодинамики.</i> Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы. Энтропия. Энергия Гиббса. Прогнозирование направления самопроизвольно протекающих процессов в изолированной и закрытой системах; роль энтальпийного и энтропийного факторов. Термодинамические условия равновесия. Стандартная энергия Гиббса образования вещества, стандартная энергия Гиббса биологического окисления вещества. Стандартная энергия Гиббса реакции. Примеры экзергонических и эндергонических процессов, протекающих в организме. Принцип энергетического сопряжения.</p> <p><i>Химическое равновесие.</i> Обратимые и необратимые по направлению реакции. Термодинамические условия равновесия в изолированных и закрытых системах. Константа химического равновесия. Общая константа последовательно и параллельно протекающих процессов. Уравнения изотермы и изобары химической реакции. Прогнозирование смещения химического равновесия. Понятие о гомеостазе и стационарном состоянии живого организма. Фазовые равновесия. Диаграмма состояния воды. Термодинамика процесса растворения.</p> <p>Основные типы химических равновесных процессов.</p> <p><i>Предмет и основные понятия химической кинетики.</i> Химическая кинетика как основа для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов. Скорость реакции, средняя скорость реакции в интервале, истинная скорость. Классификации реакций, применяющиеся в кинетике: реакции, гомогенные, гетерогенные и микрогетерогенные; реакции простые и сложные (параллельные, последовательные, сопряженные, цепные). Молекулярность элементарного акта реакции. Кинетические уравнения. Порядок реакции. Период полупревращения. Зависимость скорости реакции от</p>

			<p>концентрации. Кинетические уравнения реакций первого, второго и кулевого порядков. Экспериментальные методы определения скорости и константы скорости реакций.</p> <p>Зависимость скорости реакции от температуры. Температурный коэффициент скорости реакции и его особенности для биохимических процессов. Понятие о теории активных соударении. Энергетический профиль реакции; энергия активации; уравнение Аррениуса. Роль стерического фактора. Понятие о теории переходного состояния.</p> <p>Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Энергетический профиль каталитической реакции. Особенности каталитической активности ферментов. Уравнение Михаэлиса — Ментен и его анализ.</p> <p>Понятие об автоколебательных процессах и их роли в организме.</p>
	УК-4, УК-6	<p>Основы физической и коллоидной химии биологических систем. Физико—химия поверхностных явлений, дисперсных систем и растворов ВМС и биополимеров в функционировании живых систем. Грубодисперсные системы и их роль в жизнедеятельности организма и в окружающей среде.</p>	<p>Основы физической и коллоидной химии биологических систем. Физико-химия поверхностных явлений, дисперсных систем и растворов ВМС и биополимеров в функционировании живых систем. Грубодисперсные системы и их роль в жизнедеятельности организма и в окружающей среде.</p>
3.	УК-4, УК-6	<p>Электрохимические методы исследований. Потенциометрия. Кондуктометрия.</p>	<p><i>Электрическая проводимость растворов электролитов.</i> Жидкости и ткани организма как проводники электричества второго рода. Электрическая подвижность и проводимость ионов. Закон Кольрауша. Кондуктометрия и ее применение в медико-санитарной практике.</p> <p>Механизмы возникновения электродного и восстановительного потенциала и их стандартные значения. Уравнение Нернста-Петерса. Сравнительная сила окислителей и восстановителей. Прогнозирование направления ОВ-реакций по значению их ЭДС и взаимосвязь ЭДС с константой ОВ-процесса.</p>
4	УК-4, УК-6	<p>Химия биогенных элементов.</p>	<p><i>Понятие об эссенциальности или биогенности химических элементов.</i> Биосфера, круговорот биогенных элементов, концентрирование биогенных элементов живыми системами. Классификация биогенных элементов по их функциональной роли: органогены – С, Н, О, N, S, P; металлы жизни: К, Na, Mg, Ca, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Mo; элементы электролитного фона: К, Na, Mg, Ca, Cl; микроэлементы Se, I, Mn, Fe, Co, Zn, Mo. Примесные (токсичные) элементы (аккумулирующиеся и неаккумулирующиеся), основные пути их поступления в организм человека.</p> <p>Протолитические, гетерогенные, лигандные редокс-равновесия с участием биогенных элементов.</p> <p><i>Реакции замещения лигандов.</i> Константа нестойкости комплексного иона. Конкуренция за лиганд или за комплексообразователь: изолированное и совмещенное равновесия замещения лигандов. Общая константа совмещенного равновесия замещения лигандов. Инертные и лабильные комплексы. Представления о строении металлоферментов и других биоконплексных соединений (гемоглобин, цитохромы, кобаламины). Физико-химические принципы транспорта кислорода гемоглобином. Металло-лигандный гомеостаз и причины его нарушения. Механизм токсического действия тяжелых металлов и мышьяка на основе теории жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).</p>

		<p>Термодинамические принципы хелатотерапии. Механизм цитотоксического действия соединений платины.</p> <p><i>Химия загрязнений окружающей среды.</i> Методы анализа токсикантов и методы снижения их поступления в окружающую среду.</p>
--	--	---

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)	Семестр 1	Семестр 2
Аудиторная работа, в том числе	3	108	36	72
Лекции (Л)	0,39	14	8	6
Лабораторные практикумы (ЛП)	1,44	52	14	38
Практические занятия (ПЗ)				
Клинические практические занятия (КПЗ)				
Семинары (С)				
Самостоятельная работа студента (СРС)	1,17	42	14	28
Научно-исследовательская работа студента				
Промежуточная аттестация				
<i>Зачет</i>				
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ	3	108	36	72

6. Содержание дисциплины

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий:

п/№	№ семестра	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной работы (в АЧ)*						
			Л	ЛП	ПЗ	КПЗ	С	СРС	всего
1	1	Элементы химической термодинамики, и химической кинетики. Химическое равновесие.	6	10,5				10	26,5
2	1	Основы физической и коллоидной химии биологических систем. Физико—химия поверхностных явлений, дисперсных систем и растворов ВМС и биополимеров в функционировании живых систем. Грубодисперсные системы и их роль в жизнедеятельности организма и в окружающей среде.	3	12				12	27
3	1	Электрохимические методы исследований. Потенциометрия. Кондуктометрия.	3	8				10	21
4		Химия биогенных элементов.	2	21,5				10	33,5
		<i>Зачет</i>							
		ИТОГО	14	52				42	108

* - 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 1	Семестр 2
1.	Основы химической термодинамики.	3	
2.	Кинетика химических и биохимических реакций. Химическое равновесие.	3	
3.	Комплексные соединения	2	
4.	Физико-химия поверхностных явлений. Химия дисперсных систем. Коллоидные растворы.		3
5.	Электрохимия. Электрохимические процессы в живых организмах. Электрохимические методы исследования.		3
	ИТОГО (всего - 14 АЧ)	8	6

*(очная форма, с применением ЭИОС и ДОТ)

6.3. Тематический план практических занятий: не предусмотрено ФГОСом.

6.4. Тематический план лабораторных занятий*:

п/№	Наименование тем лабораторных занятий	Объем в АЧ	
		Семестр 1	
1	Элементы химической термодинамики и биоэнергетики. Лабораторная работа «Определение теплового эффекта реакции нейтрализации. Определение теплоты гидратации сульфата меди (II).	3,5	
2	Кинетика химических и биохимических реакций. Лабораторная работа «Определение зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ»	3,5	
3	Кинетическое химическое равновесие. Влияние изменения концентраций реагентов и температуры на смещение равновесия (взаимодействие $FeCl_3$ с роданидом калия, йода с крахмалом)). Рубежный контроль.	3,5	
4	Комплексные соединения. Определение общей жесткости воды.	3,5	
5	Строение атома. Периодический закон Д.И.Менделеева. Теория химической связи. Биогенные элементы и их соединения.		3
6	s-элементы и их соединения. Процессы в организме с участием s-элементов. Химические свойства и биологическая роль катионов s-элементов (калия, натрия, магния, бария, кальция). Лабораторная работа: Аналитические реакции на s-элементы. Анализ препарата, содержащего катионы s-элементов. Защита рефератов.		5
7	p-Элементы и их соединения. Химические свойства и биологическая роль соединений, содержащих p-элементы. Лабораторная работа: Аналитические реакции на p-элементы. Анализ препарата, содержащего один из анионов p-элементов». Защита рефератов.		5
8	d-Элементы и их соединения. Лабораторная работа «Аналитические реакции катионов хрома, марганца, железа (II) и (III), серебра, ртути, меди и др. Анализ препарата, содержащего катионы d-элементов. Защита рефератов.		5
9	Физико-химия поверхностных явлений. Лабораторная работа «Определение поверхностного натяжения на границе раздела воздух – раствор изоамилового спирта. Разделение смеси ионов методом колоночной хроматографии».		3

10	Химия дисперсных систем. Коллоидные растворы. Лабораторная работа «Получение коллоидных растворов. Очистка коллоидных растворов методом диализа. Определение заряда частиц окрашенных золей». Оформление протокола лабораторной работы.		3	
11	Электрохимия. электрохимические процессы в живых организмах. Электрохимические методы исследования. Лабораторная работа «Потенциометрия. Потенциометрическое титрование кислоты. Определение рН биологических жидкостей. Кондуктометрия. Защита рефератов.		5	
12	Растворы ВМС. Лабораторная работа: Определение молярной массы полимера вискозиметрическим методом. Определение изоэлектрической точки полиэлектролита.		3	
13	Итоговое занятие.		3	
14	Зачет		4	
	ИТОГО (всего - 52 АЧ)	14	38	
				4 2

**(очная форма, с применением ЭИОС и ДОТ)*

6.5. Тематический план семинаров: не предусмотрено ФГОСом.

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

п/№	Виды и темы СРС	Объем в АЧ	
		Семестр 1	Семестр 2
1	Подготовка рефератов по темам.	6	8
2	Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, написание отчета по выполненной лабораторной работе. Самостоятельное решение тематических ситуационных задач.	8	20
<i>Всего 42</i>		14	28

Примеры тем рефератов:

1. Химия биогенных элементов 1А группы.
2. Химия биогенных элементов 2А группы.
3. Токсичность бериллия и бария.
4. Медико-биологическое значение элементов 3Б группы.
5. Медико-биологическое значение элементов 4Б группы.
6. Медико-биологическое значение элементов 5Б группы.
7. Медико-биологическое значение марганца.
8. Медико-биологическое значение элементов 8Б группы.
9. Медико-биологическое значение соединений меди, серебра, золота.
10. Медико-биологическое значение соединений цинка.
11. Ртутьорганические соединения.
12. Соединения ртути, в качестве лекарственных средств.
13. Кадмий как токсикант окружающей среды
14. Медико-биологическое значение элементов 3А группы.
15. Медико-биологическое значение элементов 6А группы.
16. Медико-биологическое значение элементов 5А группы.
17. Обнаружение мышьяка в биологических объектах.
18. Медико-биологическое значение элементов 7А группы.

19. Медико-биологическое значение элементов 4А группы.
20. Значение явления смачивания для биологических объектов.
21. Структурно-механические свойства дисперсных систем
22. Физико-химия аэрозолей.
23. Потенциометрия
24. Полярография.
25. Электрофорез.

6.7. Научно-исследовательская работа студента:

№ п/п	Наименование тем научно-исследовательской работы студента	Семестр 1,2
1	Подготовка и оформление рефератов по темам, относящимся к химии и медицине (студенческий научный кружок)	

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

№ п/п	№ семестра	Формы контроля	Наименование раздела дисциплины	Оценочные средства			
				Виды	Кол-во вопросов в задании	Кол-во вариантов тестовых заданий	
1	2	3	4	5	6	7	
1.	2	Контроль освоения темы Контроль освоения темы	Элементы физической химии (т/д, кинетика, хим равновесие)	Тестовые задания	60	Аудиторное тестирование (вариант формируется преподавателем)	
				Контрольная работа	3		18
2.	2	Контроль освоения темы Контроль освоения темы	Биогенные элементы s,p,d-блоков.	Тестовые задания	50	Аудиторное тестирование (вариант формируется преподавателем)	
				Реферат.	1		
				Контрольная работа	3		18
3.	2	Контроль освоения темы	Физико-химия поверхностных явлений. Дисперсные системы. Элементы электрохимии.	Тестовые задания	60	Аудиторное тестирование (вариант формируется преподавателем)	
				Собеседование	10		16
4.		Зачет		Собеседование	2	34	

Примеры оценочных средств:

Примеры тестовых заданий:

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

1. d-ЭЛЕМЕНТЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ ОБЛАДАЮТ РЯДОМ ХАРАКТЕРНЫХ СВОЙСТВ, ПЕРЕЧИСЛЕННЫХ НИЖЕ. ИЗ ЭТИХ СВОЙСТВ ОШИБОЧНОЕ:

- 1) переменные состояния степени окисления;
- 2) способность возгоняться при нагревании;
- 3) способность к образованию комплексных соединений;
- 4) образование окрашенных соединений;
- 5) координационные числа равны 2,4,6.

2. ЭЛЕКТРОННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ АТОМОВ а) ХРОМА, б) МЕДИ В ОСНОВНОМ СОСТОЯНИИ ИМЕЮТ ВИД:

- 1) а. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^0 3d^4 4s^2$; б. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$;
- 2) а. $1s^2 2s^2 2p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1 4f^1$; б. $1s^2 2s^2 2p^6 3d^{10} 4s^1 4p^6 4f^2$;
- 3) а. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$; б. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$;
- 4) а. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^0 3d^4 4s^2$; б. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$;
- 5) а. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1 3d^3 4s^2$; б. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2 3d^7 4s^2$.

3. ХРОМ, ТАКЖЕ КАК АЛЮМИНИЙ И ЖЕЛЕЗО:

- 1) способен образовывать соединения со степенью окисления +6;
- 2) пассивируется холодными концентрированными H_2SO_4 , HNO_3 ;
- 3) образует оксид со степенью окисления +3 зеленого цвета;
- 4) образует типичный кислотный оксид;
- 5) образует типичный основной оксид.

4. ОКСИД ХРОМА (VI) –ЭТО:

- 1) ангидрид хромовой и дихромовой кислот, представляющий собой ярко-красные кристаллы, растворимые в воде;
- 2) типичный амфотерный оксид;
- 3) легколетучая жидкость при комнатной температуре;
- 4) идеальный растворитель органических соединений;
- 5) типичный восстановитель.

5. В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ЦИНК ЧАСТО ИСПОЛЬЗУЮТ:

- 1) в качестве катализатора в органической химии;
- 2) как осушитель от паров воды;
- 3) для получения водорода из разбавленной соляной кислоты;
- 4) для получения озона при взаимодействии с пероксидом водорода;
- 5) для образования типичного основного оксида.

6. ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ИОНОВ СЕРЕБРА (I) С ИОДИД-ИОНАМИ ОБРАЗУЕТСЯ:

- 1) зеленый раствор;
- 2) коричневый осадок;
- 3) желтый осадок, растворимый в растворе тиосульфата натрия;
- 4) фиолетовый раствор;
- 5) черный осадок.

7. НАЗОВИТЕ ОШИБОЧНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ, ОТНОСЯЩЕЕСЯ К ГИДРОКСИДУ ЖЕЛЕЗА (III):

- 1) очень слабое основание;
- 2) амфотерный гидроксид, дающий ферриты при сплавлении со щелочами;
- 3) практически нерастворимое в воде вещество;
- 4) очень сильный электролит;
- 5) ему соответствует оксид Fe_2O_3 .

8. ГЕМОГЛОБИН (Hb) ПО ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ:

- 1) сложный белок, содержащий хелатный макроцикл гем с Fe^{+2} ;
- 2) кислый белок, содержащий небелковую часть — гем, с Fe^{+3} ;
- 3) транспортная форма кислорода, содержащая атом железа в нейтральном состоянии;
- 4) резервная и транспортная форма кислорода, содержит железо в переменной степени окисления;
- 5) активирует тиоферменты.

9. ПРОТИВООПУХОЛЕВЫМ ДЕЙСТВИЕМ ОБЛАДАЕТ:

- 1) цис-изомер $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$;
- 2) транс-изомер $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$;

- 3) $K_3[Fe(CN)_6]$;
- 4) $K_4[Fe(CN)_6]$;
- 5) $[Cu(NH_3)_4]SO_4$.

10. ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИЗБЫТКА ИОНОВ МЕДИ (II) ОБЪЯСНЯЕТСЯ:

- 1) Cu^{2+} образует с белками нерастворимые хелаты-альбуминаты;
- 2) Cu^{2+} вызывает медную анемию;
- 3) Cu^{2+} переходит в Cu^+ ;
- 4) активирует тиоферменты;
- 5) взаимодействием с ионами оксония.

11. В КИРПИЧНО-КРАСНЫЙ ЦВЕТ ОКРАШЕН ОСАДОК:

- 1) $BaSO_3$;
- 2) $BaSO_4$;
- 3) $CaCO_3$;
- 4) $Mg(NO_3)_3$;
- 5) Ag_2CrO_4 .

12. В ЖЕЛТЫЙ ЦВЕТ ОКРАШЕН ОСАДОК:

- 1) $BaSO_3$;
- 2) $PbCrO_4$;
- 3) $BaSO_4$;
- 4) $CaCO_3$;
- 5) $Mg(NO_3)_3$.

13. В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ В КАЧЕСТВЕ АНТИСЕПТИКА ИСПОЛЬЗУЕТСЯ СОЕДИНЕНИЕ МАРГАНЦА:

- 1) $KMnO_4$;
- 2) $Mn(OH)_2$;
- 3) MnO_2 ;
- 4) MnO ;
- 5) $Mn(CH_3COO)_2$.

14. ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ОСТРЫХ ОТРАВЛЕНИЙ ПЕРМАНГНАТОМ ИСПОЛЬЗУЮТ:

- 1) 3%-й раствор HCl ;
- 2) 3%-й раствор H_2O_2 в уксуснокислой среде;
- 3) 3%-й раствор $NaOH$;
- 4) 3%-й раствор H_2SO_4 ;
- 5) 3%-й раствор $NaHCO_3$.

15. ГЕМОГЛОБИН СОДЕРЖИТ:

- 1) бионеорганический комплекс железа (III);
- 2) бионеорганический комплекс марганца (II);
- 3) бионеорганический комплекс железа (VI);
- 4) бионеорганический комплекс железа (II);
- 5) бионеорганический комплекс кобальта (II).

16. ЖЕЛЕЗА ЗАКИСНОГО СУЛЬФАТ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В МЕДИЦИНЕ:

- 1) как седативное средство;
- 2) как слабительное средство;
- 3) как диуретическое средство;
- 4) как антацидное средство;
- 5) для лечения железодефицитной анемии.

17. В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ ПРИМЕНЯЕТСЯ СОЕДИНЕНИЕ МЕДИ (II):

- 1) CuS;
- 2) Cu(NO₃)₂;
- 3) CuSO₄·5H₂O;
- 4) CuCl₂;
- 5) CuO.

18. СЕРЕБРА НИТРАТ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В МЕДИЦИНЕ КАК СРЕДСТВО:

- 1) вяжущее и противовоспалительное;
- 2) седативное;
- 3) диуретическое;
- 4) сосудорасширяющее;
- 5) слабительное.

19. ЛЕКАРСТВЕННЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ЦИНКА ЯВЛЯЮТСЯ ОБА ВЕЩЕСТВА:

- 1) ZnSO₄·7H₂O и ZnS;
- 2) ZnSO₄·7H₂O и ZnO;
- 3) Zn(NO₃)₂ и ZnO;
- 4) ZnCl₂ и ZnSO₄·7H₂O;
- 5) ZnCl₂ и ZnO.

20. ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНОВ РТУТИ (II) ОБЪЯСНЯЕТСЯ:

- 1) раздражением рецепторов слизистой оболочки желудка;
- 2) образованием прочных соединений с азотсодержащими лигандами;
- 3) образованием прочных комплексов с сульфгидрильными группами белков;
- 4) взаимодействием с ионами оксония;
- 5) хорошей растворимостью в липидах мембран бактерий.

Примеры контрольных заданий

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ «БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ»

ВАРИАНТ 1

1. Химия биогенных элементов s- блока. Электронные структуры атомов и катионов. Общая характеристика элементов 1А группы. Биологическая роль натрия, калия. Важнейшие соединения калия и натрия. Аналитические реакции на катионы натрия и калия.
2. Смешали равные объемы 0,01М раствора NaCl и KН₂SbO₄. Выпадет ли осадок NaН₂SbO₄? $K_s(\text{NaH}_2\text{SbO}_4) = 2 \cdot 10^{-4}$.

ВАРИАНТ 2

1. Химия биогенных элементов s- блока. Электронные структуры атомов и катионов. Общая характеристика элементов 2А группы. Биологическая роль кальция, магния. Важнейшие соединения. Химическое сходство и биологический антагонизм магний-кальций. Аналитические реакции на катионы магния, кальция, бария.
2. Выпадет ли осадок CaSO₄ при сливании равных объемов 0,01М CaCl₂ и 0,02М Na₂SO₄? $K_s(\text{CaSO}_4) = 6,2 \cdot 10^{-5}$.

Вопросы для зачета:

1. Основные понятия термодинамики. Интенсивные и экстенсивные параметры. Функция состояния. Внутренняя энергия. Работа и теплота – две формы передачи энергии. Типы

- термодинамических систем (изолированные, закрытые, открытые). Типы термодинамических процессов (изотермические, изобарные, изохорные). Стандартное состояние.
- Первое начало термодинамики.* Энтальпия. Стандартная энтальпия образования вещества, стандартная энтальпия сгорания вещества. Стандартная энтальпия реакции. Закон Гесса и следствия из него. Применение первого начала термодинамики к биосистемам.
 - Второе начало термодинамики.* Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы. Энтропия. Энергия Гиббса. Прогнозирование направления самопроизвольно протекающих процессов в изолированной и закрытой системах; роль энтальпийного и энтропийного факторов.
 - Термодинамические условия равновесия.* Стандартная энергия Гиббса образования вещества, стандартная энергия Гиббса биологического окисления вещества. Стандартная энергия Гиббса реакции. Примеры экзергонических и эндергонических процессов, протекающих в организме. Принцип энергетического сопряжения.
 - Предмет и основные понятия химической кинетики.* Химическая кинетика как основа для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов. Скорость реакции, средняя скорость реакции в интервале, истинная скорость. Классификации реакций, применяющиеся в кинетике: реакции, гомогенные, гетерогенные и микрогетерогенные; реакции простые и сложные (параллельные, последовательные, сопряженные, цепные). Молекулярность элементарного акта реакции.
 - Кинетические уравнения.* Порядок реакции. Период полупревращения. Зависимость скорости реакции от концентрации. Кинетические уравнения реакций первого, второго и кулевого порядков. Экспериментальные методы определения скорости и константы скорости реакций.
 - Зависимость скорости реакции от температуры.* Температурный коэффициент скорости реакции и его особенности для биохимических процессов. Понятие о теории активных соударений. Энергетический профиль реакции; энергия активации; уравнение Аррениуса. Роль стерического фактора. Понятие о теории переходного состояния.
 - Катализ.* Гомогенный и гетерогенный катализ. Энергетический профиль каталитической реакции. Особенности каталитической активности ферментов.
 - Химическое равновесие.* Обратимые и необратимые по направлению реакции. Термодинамические условия равновесия в изолированных и закрытых системах. Константа химического равновесия. Уравнения изотермы и изобары химической реакции. Прогнозирование смещения химического равновесия. Принцип Ле Шателье-Брауна. Понятие о стационарном состоянии живого организма.
 - Гетерогенные реакции в растворах электролитов.* Константа растворимости. Условия образования и растворения осадков.
 - Понятие о кислотно-основном состоянии организма. Кислотно-основные буферные растворы. Состав, механизм действия буферных растворов. Буферная емкость. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха. Буферные системы крови: гидрокарбонатная, фосфатная, гемоглобиновая, протеиновая.
 - Адсорбционные равновесия и процессы на подвижных границах раздела фаз. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Адсорбция. Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества. Изменение поверхностной активности в гомологических рядах (правило Траубе). Изотерма адсорбции. Ориентация молекул в поверхностном слое и структура биомембран.
 - Адсорбционные равновесия на неподвижных границах раздела фаз. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбция газов на твердых телах. Адсорбция из растворов. Уравнение Ленгмюра. Зависимость величины адсорбции от различных факторов. Правило выравнивания полярностей. Избирательная адсорбция. Значение адсорбционных процессов для жизнедеятельности. Физико-химические основы адсорбционной терапии, гемосорбции, применения в медицине ионитов.
 - Классификация дисперсных систем. Классификация дисперсных систем по степени

- дисперсности; по агрегатному состоянию фаз; по силе межмолекулярного взаимодействия между дисперсной фазой и дисперсионной средой. Природа коллоидного состояния.
15. Получение и свойства дисперсных систем. Получение суспензий, эмульсий, коллоидных растворов. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Физико-химические принципы функционирования искусственной почки. Молекулярно-кинетические свойства коллоидно-дисперсных систем: броуновское движение, диффузия, осмотическое давление, седиментационное равновесие. Оптические свойства: рассеивание света (Закон Рэлея). Электрокинетические свойства: электрофорез и электроосмос; потенциал течения и потенциал седиментации. Строение двойного электрического слоя. Электрокинетический потенциал и его зависимость от различных факторов.
 16. Устойчивость дисперсных систем. Седиментационная, агрегативная и конденсационная устойчивость лиозолей. Факторы, влияющие на устойчивость лиозолей. Коагуляция.
 17. *Окислительно-восстановительные (редокс) реакции*. Механизм возникновения электродного и редокс-потенциалов. Уравнения Нернста-Петерса. Сравнительная сила окислителей и восстановителей. Стандартный электродный потенциал. Гальванический элемент.
 18. Прогнозирование направления редокс-процессов по величинам редокс-потенциалов. Связь ЭДС с энергией Гиббса и константой равновесия реакций, протекающих в гальваническом элементе.
 19. Лигандообменные реакции. Основные положения координационной теории Вернера. Комплексообразователь, лиганды, координационное число, дентатность. Природа химической связи в комплексных соединениях.
 20. Изомерия и пространственное строение комплексных соединений. Пространственное строение комплексных соединений. Классы комплексных соединений: внутрикомплексные, анионные, катионные, нейтральные.
 21. Комплексоны, их применение в медицине. Ионные равновесия в растворах комплексных соединений. Константа нестойкости и устойчивости комплексного иона.
 22. Химия биогенных элементов s-блока. Электронные структуры атомов и катионов. Общая характеристика элементов 1А группы. Биологическая роль натрия, калия. Важнейшие соединения калия и натрия. Аналитические реакции на катионы натрия и калия.
 23. Химия биогенных элементов s-блока. Электронные структуры атомов и катионов. Общая характеристика элементов 2А группы. Биологическая роль кальция, магния. Важнейшие соединения. Химическое сходство и биологический антагонизм магний-кальций. Аналитические реакции на катионы магния, кальция, бария.
 24. Химия биогенных элементов d-блока. Электронные структуры атомов и катионов меди и серебра. Общая характеристика d-элементов 1Б группы. Важнейшие соединения, содержащие атомы меди и серебра. Образование комплексных соединений (гидроксокомплексы, аминоксокомплексы). Аналитические реакции на катионы Cu^{2+} , Ag^+ .
 25. Химия биогенных элементов d-блока. Электронные структуры атомов и катионов хрома и марганца. Важнейшие соединения, содержащие атомы хрома и марганца. Биологическая роль. Зависимость окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойства соединений хрома и марганца от степени окисления атомов. Аналитические реакции на катионы Mn^{2+} , Cr^{3+} .
 26. Химия биогенных элементов d-блока. Электронные структуры атомов и катионов железа. Важнейшие простые и комплексные соединения, содержащие атомы железа. Биологическая роль железа. Аналитические реакции на катионы Fe^{2+} , Fe^{3+} .
 27. Химия биогенных элементов p-блока. Общая характеристика элементов IVA группы. Электронные структуры атомов элементов. Соединения углерода: оксид и диоксид углерода, их биологическая активность. Угольная кислота и ее соли. Применение в медицине соединений углерода. Аналитические реакции на ионы CO_3^{2-} , (HCO_3^-) , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, CH_3COO^- .

28. Химия биогенных элементов р-блока. Общая характеристика элементов VA группы. Электронные структуры атомов элементов. Соединения фосфора: оксиды, фосфорная кислота и ее соли. Применение в медицине соединений фосфора, их биологическая роль. Аналитические реакции на ионы PO_4^{3-} , (HPO_4^{2-}) .
29. Химия биогенных элементов р-блока. Общая характеристика элементов VIA группы. Электронные структуры атомов элементов. Кислород и его соединения. Озон. Биологическая роль кислорода. Применение кислорода и озона в медицине.
30. Химия биогенных элементов р-блока. Общая характеристика элементов VIA группы. Электронные структуры атомов элементов. Соединения серы: оксиды, гидроксиды. Биологическая роль и применение соединений серы в медицине. Аналитические реакции на ионы SO_4^{2-} , SCN^- .
31. Химия биогенных элементов р-блока. Общая характеристика элементов VIIA группы. Электронные структуры атомов элементов. Галогены. Галогеноводородные кислоты, галогениды. Биологическая роль соединений фтора, хлора, брома, йода. Аналитические реакции на ионы Cl^- , Br^- , I^- .

Пример типового билета для зачета:

Дисциплина: ФИЗКОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ. ХИМИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.

БИЛЕТ №

1. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы. Энтропия. Энергия Гиббса. Прогнозирование направления самопроизвольно протекающих процессов в изолированной и закрытой системах; роль энтальпийного и энтропийного факторов.
2. Молекулярно-кинетические свойства коллоидно-дисперсных систем: броуновское движение диффузия, осмотическое давление, седиментационное равновесие. Оптические свойства: рассеяние света. Электрокинетические свойства: электрофорез и электроосмос.

Дисциплина: ФИЗКОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ. ХИМИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.

БИЛЕТ №

1. Химическое равновесие. Обратимые и необратимые по направлению реакции. Термодинамические условия равновесия в изолированных и закрытых системах. Константа химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Прогнозирование смещения химического равновесия. Понятие о гомеостазе и стационарном состоянии живого организма.
2. Свойства растворов ВМС. Особенности растворения ВМС как следствие их структуры. Форма макромолекул. Механизм набухания и растворения ВМС. Зависимости величины набухания от различных факторов.

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

8.1. Перечень основной литературы:

п/№	Наименование согласно библиографическим требованиям	Кол-во экземпляров	
		в библиотеке	на кафедре

1.	Ершов Ю. А., Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учебник для студентов высших учебных з. М. : Высшая школа, 2007	165	15
2.	Жолнин А. В., Общая химия : учебник. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014	300	

1.2.Перечень дополнительной литературы

п/п №	Наименование согласно библиографическим требованиям	Кол-во экземпляров	
		в библиотеке	на кафедре
1.	В.А.Попков, С.А. Пузаков. Общая химия: Учебник для вузов –М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010 (электронный ресурс)		15
2.	Попков В. А., Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. М. : Высшая школа, 2001	150	
3	Химия: учебно-методическое пособие /сост. С.В. Зими́на, М.С. Пискунова, И.В. Жданович; под общ. ред. А.С. Гордецова. - Н. Новгород: Издательство ПИМУ, 2019. - 247 с.	50	
4	Химия биогенных элементов: учебно-методическое пособие /сост. С.В. Зими́на, М.С. Пискунова, И.В. Жданович; под общ. ред. А.С. Гордецова. – Н.Новгород: Издательство ПИМУ, 2019. – 154 с.	100	

8.3. Перечень методических рекомендаций для самостоятельной работы студентов:

№	Наименование согласно библиографическим требованиям	Кол-во экземпляров	
		в библиотеке	на кафедре
1.	Попков В. А., Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. М.: Академия, 2005.-100с.		
2.	Химия: учебно-методическое пособие /сост. С.В. Зими́на, М.С. Пискунова, И.В. Жданович; под общ. ред. А.С. Гордецова. - Н. Новгород: Издательство ПИМУ, 2019. - 247 с. (эл.ресурс)		
	Химия биогенных элементов: учебно-методическое пособие /сост. С.В. Зими́на, М.С. Пискунова, И.В. Жданович; под общ. ред. А.С. Гордецова. – Н.Новгород: Издательство ПИМУ, 2019. – 154 с.(эл. зесурс)		
	Гордецов А. С., Общая и биоорганическая химия : тесты для самостоятельной подготовки студентов. Н.Новгород : НГМА, 2008	30	503

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

8.4.1. Внутренняя электронная библиотечная система университета (ВЭБС)*

Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Количество пользователей
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

8.4.2. Электронные образовательные ресурсы, приобретаемые университетом

Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Количество пользователей
Электронная база данных «Консультант студента»	Учебная литература + дополнительные материалы (аудио-, видео-, интерактивные материалы, тестовые задания) для высшего медицинского и фармацевтического	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет, по индивидуальному логину и паролю [Электронный ресурс] – Режим	Общая подписка ПИМУ

	образования. Издания, структурированы по специальностям и дисциплинам в соответствии с действующими ФГОС ВПО.	доступа: http://www.studmedlib.ru/	
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 издания	Периодические издания медицинской тематики и по вопросам высшей школы	- с компьютеров академии на платформе электронной библиотеки eLIBRARY.RU -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

8.4.3 Ресурсы открытого доступа

<i>Наименование электронного ресурса</i>	<i>Краткая характеристика (контент)</i>	<i>Условия доступа</i>
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.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

9.1. Перечень помещений*, необходимых для проведения аудиторных занятий по дисциплине.

1. Лекционный зал, оборудованный мультимедийной техникой и микрофоном.
2. Кабинеты для проведения практических занятий

9.2. Перечень оборудования*, необходимого для проведения аудиторных занятий по дисциплине.

1. Мультимедийный комплекс
2. Информационные стенды.
3. Таблицы
4. Слайды и мультимедийные презентации лекций.
5. Химическая посуда
6. Химические реактивы
7. Микроскопы, предметные стекла
8. Калориметры
9. Аналитические весы,

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 номер 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 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.
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.Браузе р		Браузер	ООО «ЯНДЕКС»	3722	