

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»  
Институт химии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института химии  
Д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"21" сентября 2021 г.


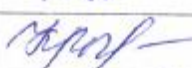


Рабочая программа дисциплины  
Общая химия

Специальность  
30.05.02 «Медицинская биофизика»

Квалификация (степень) выпускника  
Врач-биофизик

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Пожаров Михаил Владимирович		27.09.21
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		27.09.21
Заведующий кафедрой	Черкасов Дмитрий Геннадиевич		27.09.21
Специалист Учебного управления	Юшинова Ирина Владимировна		27.09.21

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью данного курса является формирование общепрофессиональной компетенции по созданию системы фундаментальных химических понятий и законов общей химии и овладение способами их применения для экспериментального исследования и теоретической интерпретации строения и свойств химических соединений веществ на основе умений планировать и организовывать свою учебную деятельность, обсуждать учебные задачи, анализировать учебную литературу и самостоятельно приобретать знания из различных источников.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Общая химия» (Б1.О.02.02) входит в модуль «Современное естествознание» обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП специалитета по специальности 30.05.02 «Медицинская биофизика». Дисциплина «Общая химия» логически связана с содержанием дисциплин обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» (модуль «Современное естествознание») – «Физика», «Аналитическая химия», «Биология и экология».

Для успешного освоения программы по дисциплине «Общая химия» студент должен иметь базовое среднее (полное) общее образование или среднее профессиональное образование. Студент **должен**:

- *характеризовать* общие свойства химических элементов и их соединений на основе положения в периодической системе Д. И. Менделеева; состав, свойства и применение веществ; факторы, влияющие на изменение скорости химической реакции и состояние химического равновесия;
- *объяснять* закономерности в изменении свойств веществ, сущность химических реакций;
- *составлять* формулы веществ, схемы строения атомов, уравнения химических реакций различных типов;
- *называть и определять* вещества, их свойства, признаки классификации веществ, типы реакций и др.;
- *проводить* вычисления по химическим формулам и уравнениям;
- *использовать* приобретенные знания для объяснения химических явлений, происходящих в природе, быту и на производстве; для распознавания важнейших веществ, безопасной работы с веществами.

Кроме того, при изучении дисциплины «Общая химия» студент должен обладать знаниями и умениями ряда разделов алгебры и геометрии (простейшие алгебраические расчеты, решение уравнений с одним и двумя неизвестными, свойства важнейших геометрических двух- и трехмерных простейших фигур), физики (закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, модель идеального газа, взаимное превращение жидкостей и газов, дифракция и интерференция волн, постоянная Планка, фотоэффект, фотоны, опыты Лебедева, эффект Комптона), владеть компьютером на уровне пользователя. Студенты должны обладать морально-психологической готовностью и желанием получать новые фундаментальные знания,

приобретать навыки и умения, необходимые для формирования у бакалавров общего химического мировоззрения и развития химического мышления, проявлять настойчивость в решении поставленных учебно-научных задач.

Знания, умения и навыки, полученные учащимся при изучении дисциплины «Общая химия», будут необходимы для освоения последующих фундаментальных курсов: «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физика», «Физиология человека», «Общая биохимия», «Молекулярная биология», «Медицинская биохимия», а также при подготовке, выполнении и защите курсовой и выпускной квалификационной работ и решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p><b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p><b>1.1_Б.УК-1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.</p> <p><b>2.1_Б.УК-1.</b> Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p> <p><b>3.1_Б.УК-1.</b> Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p>	<p><b>Знать:</b> основные научно-образовательные Интернет-ресурсы (сайты справочной информации; российские интернет-ресурсы по химическому образованию), необходимые для решения поставленных задач.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проводить поиск научно-образовательной информации в сети Интернет;</li> <li>• анализировать найденную информацию; использовать программы по сбору, обработке, хранению и передаче информации, необходимые для решения профессиональных задач;</li> <li>• анализировать профессиональную задачу на предмет поиска оптимального решения.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками поиска необходимой информации в различных источниках;</li> <li>• методами анализа информации и декомпозиции поставленной профессиональной задачи</li> <li>• способами создания и представления отчетов, в том числе с использованием компьютерных программ.</li> </ul>
<p><b>ОПК-1</b> Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и</p>	<p><b>1.1_Б.ОПК-1.</b> Использует фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.</p> <p><b>2.1_Б.ОПК-1.</b> Применяет прикладные</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические основы общей химии, являющейся фундаментом для понимания функционирования биологических систем на молекулярном уровне;</li> <li>• важнейшие методы общей</li> </ul>

решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	естественнонаучные знания для решения профессиональных задач	<p>химии, широко используемые в клинико-диагностической медицине.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>использовать полученные теоретические и практические знания по общей химии в теоретической и клинической медицине;</li> <li>проводить эксперименты в химической лаборатории;</li> <li>использовать результаты эксперимента для выявления закономерностей протекания физико-химических процессах в живых системах;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методами анализа и обработки экспериментальных данных;</li> <li>навыками работы с научной и научно-методической литературой.</li> </ul>
---	--	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Общая химия»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, из них лекции - 18 ч, практическая работа – 54 ч, самостоятельная работа – 36 ч. Промежуточная аттестация – экзамен (36 ч).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	Практические занятия		ИКР	СР	контроль	всего	
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка					
1	Атомно-молекулярная теория. Стехиометрические и газовые законы.	1	1	2	6	-	-	4		12	Тестирование. Контрольные вопросы для самостоят. работы. Отчет в журнале практических работ.
2	Основные понятия о строении вещества.	1		2	6	-	-	4		12	Тестирование. Контрольные вопросы для



	Периодический закон.										самостоят. работы. Отчет в журнале практических работ.
3	Термодинамика и энергетика химических превращений.	1		2	6	-	-	4		12	Тестирование. Контрольные вопросы для самостоят. работы. Отчет в журнале практических работ.
4	Скорость химических реакций. Химическое равновесие.	1		2	6	-	-	4		12	Тестирование. Контрольные вопросы для самостоят. работы. Отчет в журнале практических работ.
5	Общие свойства растворов. Растворимость веществ. Растворы неэлектролитов. Коллигативные свойства растворов.	1		2	6	-	-	4		12	Тестирование. Контрольные вопросы для самостоят. работы. Отчет в журнале практических работ.
6	Электролитическая диссоциация, равновесия в растворах электролитов. рН растворов. Буферные растворы	1		2	6	-	-	4		12	Тестирование. Контрольные вопросы для самостоят. работы. Отчет в журнале практических работ.
7	Равновесие между твердым веществом и ионами в растворе. Производство растворимости. Гидролиз солей.	1		2	6	-	-	4		12	Тестирование. Контрольные вопросы для самостоят. работы. Отчет в журнале практических работ.
8	Физикохимия поверхностных явлений. Коллоидные и дисперсные системы. Свойства растворов ВМС	1		2	6	-	-	4		12	Тестирование. Контрольные вопросы для самостоят. работы. Отчет в журнале практических работ.
9	Основы электрохимии. Окислительно-восстановительные реакции. Электродные процессы. Уравнение Нернста.	1		2	6	-	-	4		12	Тестирование. Контрольные вопросы для самостоят. работы. Отчет в журнале практических работ.

Промежуточная аттестация	1							36	36	Экзамен
Итого:			18	54	-	-	36	36	144	

## Содержание дисциплины «Общая химия»

### Раздел 1. Атомно-молекулярная теория. Стехиометрические и газовые законы.

Материя и движение. Формы существования материи и движения. Вещество и поле. Предмет химии. Понятие о реагентах и продуктах химической реакции. Современные понятия: элемент, атом, молекула, простое и сложное вещество. Вещества с молекулярной и немолекулярной структурой. Понятие о нестехиометрических соединениях, причины их возникновения. Наиболее распространенные нестехиометрические соединения и их типы. Координационное число. Фаза. Дальтониды и бертоллиды. Понятие химического соединения. Абсолютные массы и размеры атомов и молекул. Шкалы атомных масс. Моль. Формульная единица. Относительная молекулярная и молярная масса вещества. Количественные законы химии. Закон сохранения массы, закон сохранения энергии, связь массы и энергии. Закон постоянства состава. Закон кратных соотношений. Закон объемных соотношений. Закон Авогадро и следствия из него. Постоянная Авогадро. Молярный объем газа. Нормальные и стандартные условия. Газовые законы. Универсальная газовая постоянная, ее размерность и физический смысл. Объединенный газовый закон и уравнение состояния идеального газа. Определение молярных масс веществ. Парциальное давление газа. Закон парциальных давлений. Уравнение химической реакции, качественная и количественная информация, заключенная в нем.

### Раздел 2. Основные понятия о строении вещества. Периодический закон

Квантовая теория света. Уравнение Планка. Теория строения атома водорода по Бору. Достоинства и недостатки теории Бора. Квантово-механические представления о строении атома. Представление о квантовых свойствах электрона; корпускулярно-волновой дуализм; длина волны де Бройля. Принцип неопределённости Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Представление о форме электронных облаков. Понятие о квантовых числах – главном, орбитальном, магнитном, спиновом. Энергетические уровни электронов в многоэлектронном атоме. Особенности описания многоэлектронных структур. Порядок заполнения атомных орбиталей электронами. Принцип минимума энергии. Правило Хунда. Принцип Паули. Максимальная ёмкость энергетических уровней и подуровней. Энергетические подуровни многоэлектронных атомов. Принципы построения электронной оболочки. Правила Клечковского. Электронные

формулы элементов периодической системы. s-, p-, d- и f- элементы. Семейства элементов. Провал электрона. Устойчивость электронных структур атомов и ионов.

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Характеристика периодов и групп. Изменение свойств элементов по периодам и группам. Главные и побочные подгруппы. Положение лантаноидов и актиноидов в периодической системе. Размеры атомов и ионов. Потенциал ионизации и сродство к электрону. Электроотрицательность. Относительная шкала электроотрицательности. Периодические и непериодические свойства атомов. Вторичная периодичность.

Ядро атома и его общие характеристики. Изотопы и изобары. Радиоактивность. Ядерные реакции деления и синтеза. Синтез элементов. Применение изотопов в науке и технике.

Природа сил химической связи. Основные характеристики химической связи. Квантово-механическая теория химической связи. Кривая потенциальной энергии для молекулы водорода по Гейтлеру и Лондону. Типы химической связи. Ковалентная связь. Метод валентных связей, его основные положения. Механизмы образования связи – обменный и донорно-акцепторный. Свойства химической связи. Понятие о  $\sigma$ ,  $\pi$ - и  $\delta$ - связях. Концепция гибридизации. Условия устойчивой гибридизации. Геометрия молекул. Теория Гиллеспи. Достоинства и недостатки метода ВС. Связи с избытком и дефицитом электронов. Метод молекулярных орбиталей. Условия образования молекулярных орбиталей. Связывающие, разрыхляющие и несвязывающие орбитали. Число, тип и форма молекулярных орбиталей. Последовательность заполнения электронами МО. Кратность связи в методе МО. Зависимость энергии и длины связи от кратности связи.

Полярность и поляризуемость ковалентной связи. Дипольный момент химической связи и молекулы, связь геометрии молекулы с дипольным моментом. Ионная связь. Ненасыщаемость и ненаправленность ионной связи, структура ионных соединений. Металлическая связь. Водородная связь, причины возникновения. Влияние водородной связи на физико-химические свойства веществ молекулярной структуры. Межмолекулярное взаимодействие. Силы Ван-дер-Ваальса. Ориентационное, индукционное и дисперсионное взаимодействие.

### **Раздел 3. Термодинамика и энергетика химических превращений**

Предмет и методы химической термодинамики. Взаимосвязь между процессами обмена веществ и энергии в организме. Химическая термодинамика как теоретическая основа биоэнергетики.

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. 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,

#### **Раздел 4. Скорость химических реакций. Химическое равновесие.**

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 нулевого 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. Уравнение Михаэлиса - Ментен и его анализ.

Химическое равновесие. 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.

## **Раздел 5. Общие свойства растворов. Растворимость веществ. Растворы неэлектролитов. Коллигативные свойства растворов.**

Определение и классификация растворов. Растворение как физико-химический процесс. Понятия: растворяемое вещество, растворитель, раствор. Истинные и коллоидные растворы. Физическая теория растворов Вант-Гоффа и Аррениуса. Химическая теория растворов Д.И. Менделеева, Факты, свидетельствующие о взаимодействии растворителя с растворёнными веществами: теплота растворения, контракция, изменение окраски раствора. Современные представления о природе растворов (роль сольватации и диффузии). Растворение как равновесный термодинамический процесс. Влияние температуры и давления на растворимость газов. Закон Генри. Взаимная растворимость жидкостей. Влияние природы жидких компонентов и температуры на растворимость жидкостей. Растворимость твёрдых веществ. Зависимость растворимости от температуры (принцип Ле-Шателье).

Понятие ненасыщенного, насыщенного и пересыщенного растворов, концентрированные и разбавленные растворы. Количественные способы выражения состава растворов: массовая, объёмная, молярная доли, молярность, моляльность. Свойства разбавленных растворов неэлектролитов. Осмотическое давление растворов. Осмос в природе. Закон Вант-Гоффа. Давление пара растворителя над раствором. Закон Рауля. Повышение температуры кипения растворов и понижение температуры замерзания растворов по сравнению с чистым растворителем. Криво- и эбулиоскопические константы, их физический смысл. Методы определения молярных масс нелетучих растворённых веществ: осмотический, криоскопический и эбулиоскопический.

## **Раздел 6. Электролитическая диссоциация, равновесия в растворах электролитов. pH растворов. Буферные растворы**

Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Современные представления о диссоциации электролитов в растворе. Степень и константа диссоциации. Закон разбавления Оствальда. Влияние температуры и природы растворителя на степень и константу диссоциации. Представления о теории сильных электролитов. Активность. Коэффициент активности. Истинная и кажущаяся степени диссоциации. Отклонения свойств растворов электролитов от законов Рауля и Вант-Гоффа. Изотонический коэффициент.

Свойства кислот, оснований и солей с точки зрения теории электролитической диссоциации, механизмы диссоциации солей различных типов и амфотерных гидроксидов. Ступенчатая диссоциация электролитов. Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель.

Представление о современных теориях кислот и оснований. Константы кислотности и основности. Понятие о кислотах и основаниях Льюиса.

Протолитические реакции. Ионизация слабых кислот и оснований. Константа кислотности и основности. Связь между константой кислотности и константой основности в сопряженной протолитической паре. Конкуренция за протон: изолированное и совмещенное протолитические

равновесия. Общая константа совмещенного протолитического равновесия. Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Амфолиты. Изоэлектрическая точка.

Понятие о буферном действии, гомеостазе и стационарном состоянии живого организма. Буферное действие - основной механизм протолитического гомеостаза организма. Механизм действия буферных систем. Зона буферного действия и буферная емкость. Расчет pH протолитических систем.

Буферные системы крови: гидрокарбонатная, фосфатная, гемоглобиновая, протеиновая. Понятие о кислотно-основном состоянии организма. Применение реакции нейтрализации в фармакотерапии: лекарственные средства с кислотными и основными свойствами (гидрокарбонат натрия, оксид и пероксид магния, трисамин и др.).

### **Раздел 7. Равновесие между твердым веществом и ионами в растворе. Произведение растворимости. Гидролиз солей.**

Гетерогенные реакции в растворах электролитов. Константа растворимости. Конкуренция за катион или анион: изолированное и совмещенное гетерогенные равновесия в растворах электролитов. Общая константа совмещенного гетерогенного равновесия. Условия образования и растворения осадков. Произведение растворимости труднорастворимых веществ. Условия одностороннего протекания реакции в растворах электролитов (образование труднорастворимых, малодиссоциированных, газообразных веществ).

Гидролиз неорганических веществ, обратимый и необратимый, обменный и окислительно-восстановительный. Гидролиз солей, образованных кислотами и основаниями различной силы. Степень и константа гидролиза. Условия смещения гидролитического равновесия. Процессы гидролиза в природе и организме человека.

### **Раздел 8. Физикохимия поверхностных явлений. Коллоидные и дисперсные системы. Свойства растворов ВМС.**

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.

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.

Получение и свойства дисперсных систем. Получение суспензий, эмульсий, коллоидных растворов. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Электрокинетические свойства: электрофорез и электроосмос; потенциал течения и потенциал седиментации. Строение двойного электрического слоя. Электрокинетический потенциал и его зависимость от различных факторов.

Устойчивость дисперсных систем. Седиментационная, агрегативная и конденсационная устойчивость лиозолей. Факторы, влияющие на устойчивость лиозолей. Коагуляция. Порог коагуляции и его определение, правило Шульце-Гарди, явление привыкания. Взаимная коагуляция. Понятие о современных теориях коагуляции. Коллоидная защита и пептизация.

Коллоидные ПАВ; биологически важные коллоидные ПАВ (мыла, детергенты, желчные кислоты). Мицеллообразование в растворах ПАВ. Определение критической концентрации мицеллообразования. Липосомы.

Свойства растворов ВМС. Особенности растворения ВМС как следствие их структуры. Форма макромолекул. Механизм набухания и растворения ВМС. Зависимости величины набухания от различных факторов. Аномальная вязкость растворов ВМС. Уравнение Штаудингера. Вязкость крови и других биологических жидкостей. Осмотическое давление растворов биополимеров. Уравнение Галлера. Полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка и методы ее определения. Мембранное равновесие Доннана. Онкотическое давление плазмы и сыворотки крови.

Устойчивость растворов биополимеров. Высаливание биополимеров из раствора. Коацервация и ее роль в биологических системах. Застудневание растворов ВМС. Свойства студней: синерезис и тиксотропия.

## **Раздел 9. Основы электрохимии. Окислительно-восстановительные реакции. Электродные процессы. Уравнение Нернста.**

Понятие окислительно-восстановительной реакции. Степень окисления и ее нахождение для атома в молекуле и ионе. Атомы, имеющие постоянные степени окисления в соединениях. Процессы окисления и восстановления. Типичные окислители и восстановители. Окислительно-восстановительная двойственность. Подбор коэффициентов окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса. Типы окислительно-восстановительных реакций. Принципы составления уравнений окислительно-восстановительных реакций различного типа.

Направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие электродного потенциала, механизм его возникновения. Проводники первого и второго рода. Понятие электрода. Водородный электрод. Стандартный окислительно-восстановительный потенциал в водных растворах, экспериментальный и расчетный методы нахождения. Электрохимический ряд напряжений металлов как характеристика их сравнительной химической активности. Оценка направления и полноты протекания окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста.

Электролиз как способ получения неорганических веществ. Инертные и активные электроды. Напряжение разложения. Катодные и анодные процессы при электролизе растворов и расплавов некоторых электролитов на активных и инертных электродах.

Физико-химические принципы транспорта электронов в электронотранспортной цепи митохондрий. Общие представления о механизме действия редокс-буферных систем. Токсическое действие окислителей (нитраты, нитриты, оксиды азота). Обезвреживание кислорода, пероксида водорода и супероксид-иона. Применение редокс-реакций для детоксикации.

### **Практические работы**

1. Экспериментальное определение молекулярной массы углекислого газа.
2. Термодинамика процессов растворения
3. Скорость химической реакции. Химическое равновесие
4. Общие свойства растворов. Растворы неэлектролитов
5. Свойства растворов электролитов. Буферные системы
6. Равновесие между осадком и ионами в растворах электролитов. Гидролиз солей.
7. Коллоидные растворы. Способы получения и свойства.
8. Окислительно-восстановительные реакции и электродные процессы

### **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 30.05.02 «Медицинская биофизика» реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– лекции;

Лекции составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, сопровождающееся демонстрацией схем и плакатов. На вводной лекции студентам сообщается план и особенности изучения дисциплины, а также рекомендуемая литература.

Основными способами изложения материала являются:

Индукция - способ изложения от частного к общему, от отдельных, конкретных фактов, событий, жизненных примеров к обобщающим выводам.



Дедукция - способ рассуждения от общего к частному: вначале выдвигается теоретическое положение, которое предстоит усвоить, а затем в качестве аргументов к нему приводятся частные посылки, примеры и факты.

Концентрический способ предполагает изложение вокруг единого центра, которым является поставленная проблема. В ходе изложения преподаватель все время возвращается к ней, постепенно углубляет и развивает выдвигаемые положения.

Способ аналогии - сопоставление различных явлений, событий, фактов. Обычно параллели проводятся с тем, что хорошо известно обучаемым. Это способствует лучшему пониманию материала, помогает восприятию основных идей, усиливает эмоциональное воздействие на аудиторию.

Ступенчатый способ - рассчитан на последовательное раскрытие проблемы, когда преподаватель переходит от низших ступеней к высшим. Рассмотрев какую-либо проблему, преподаватель уже не возвращается к ней.

Лекция - самая распространенная форма учебных занятий в высших учебных заведениях. На лекциях дается представление о химии как о науке в целом, формируются ее основные идеи, ее методология, показывается связь с другими науками и учебными предметами. Важнейшее место на лекциях занимают качественное рассмотрение и количественное описание физических явлений и законов в их взаимосвязи.

Методика изложения лекции подчиняется интересам наиболее доходчивого и убедительного преподнесения основного содержания темы, активизации мыслительной деятельности студентов.

На вводной лекции студентам должны сообщаться план и особенности изучения всей дисциплины, а также рекомендуемая литература.

Каждая лекция должна состоять из следующих частей: вводная часть, изложение программного лекционного материала, заключительная часть.

Приступая к изложению нового раздела или темы, в вводной части необходимо отметить физический и философский смыслы явлений, которые будут являться предметом изучения в данной теме, ее место в истории развития химии, а также практическое значение рассматриваемых вопросов. Нужно указать, какие практические занятия, лабораторные и контрольные работы будут проводиться в данном разделе или теме. В вводной части лекции, являющейся очередной в данной теме, можно ограничиться объявлением темы, целей, учебных вопросов лекции, кратким повторением материала, который рассматривался на предыдущих занятиях.

На лекциях обычно используются следующие дидактические методы: информационно-сообщающий метод, объяснительный метод, объяснительно-побуждающий метод. Использование того или иного метода зависит от нескольких факторов: содержания изучаемого материала; наличия иллюстрационного материала, демонстрационных установок; состава учебной группы (потока). Хорошие результаты дает использование на лекциях элементов проблемного обучения.

– самостоятельная работа студентов (освоение теоретического материала, письменное домашнее задание, подготовка к текущему и итоговому контролю)

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих курсов (систем), а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Умение самостоятельно работать является не только средством, но и целью обучения. Самостоятельная работа - трудная, но необходимая часть учебной работы, потому что в ней заложена возможность проявления самостоятельности мышления, творческой активности, что позволяет студентам глубже разобраться в сути теоретических вопросов, увязать их с жизнью, руководствоваться теоретическими знаниями в своей практической деятельности, контролировать ход самостоятельной работы, не пускать ее на самотек.

Особая роль в повышении эффективности самостоятельной работы студентов принадлежит лекции. Конспектирование лекции уже является своего рода самостоятельной работой студента. Поэтому контроль со стороны преподавателя за конспектированием лекционного материала является дисциплинирующим фактором, способствующим приобретению знаний и навыков самостоятельной работы. В процессе лекции можно практиковать вопросы к студентам по материалам предыдущих занятий и тем, самым осуществлять выборочный контроль самостоятельной проработки теоретического материала.

Консультации являются одной из форм руководства самостоятельной работой студентов и оказания им помощи в освоении учебного материала. Консультации проводятся регулярно в часы самостоятельной работы и носят в основном индивидуальный характер. Опыт показывает, что такие консультации имеют положительное значение как для улучшения качества подготовки к предстоящим занятиям, так и для привития навыков самостоятельной работы.

***Адаптация образовательных технологий для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.***

Студенты с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью, в отличие от остальных студентов, имеют свои специфические особенности восприятия и переработки материала. Поэтому подбор и разработка учебных материалов будут производиться с учетом того, чтобы предоставлять этот материал в различных формах, например, инвалиды с нарушениями слуха будут получать информацию в основном визуально.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся будут созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими

запланированных в программе результатов обучения и уровень сформированности компетенций, заявленных в программе дисциплины.

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов и студентов с ОВЗ будет устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости студенту-инвалиду и студенту с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене. Для оптимизации времени труда и отдыха будут запланированы дополнительные перерывы.

Проведения текущей аттестации может быть выполнено дистанционного в виде тестового компьютерного задания. Будут использоваться специальные возможности операционной системы Windows, такие как экранная клавиатура, с помощью которой можно вводить текст, настройка действий Windows при вводе с помощью клавиатуры или мыши.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 18 ч аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 18 ч аудиторных занятий.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Учебный план дисциплины «Общая химия» предусматривает 36 часов самостоятельной работы студентов в 1 семестре.

### **Самостоятельная работа:**

- Освоение теоретического материала.
- Оформление лабораторной работы в рамках практических занятий.
- Подготовка к проверочным работам.

При освоении теоретического материала и выполнении письменных домашних заданий студентам рекомендуется использовать рекомендуемую преподавателем литературу, а также учебные пособия.

В указанных пособиях имеется подробный теоретический изучаемый материал и примеры решения типовых задач.

Для контроля выполнения самостоятельной работы и текущей успеваемости студентов предусмотрены следующие формы контроля:

1. участие в дискуссиях по заданной теме;
2. письменный отчет в журнале практических работ по заданной теме;
3. выполнение письменных тестовых заданий.

### **Вопросы для промежуточной аттестации:**

1. Современные понятия и законы атомно-молекулярной теории, представление о границах их применимости.
2. Причины возникновения нестехиометрических соединений, их типы.
3. Качественная и количественная информации, заключенная в химическом уравнении.
4. Способы определения молярной массы вещества, находящегося в газообразном состоянии.
5. Теория строения атома водорода по Бору. Достоинства и недостатки теории Бора
6. Понятие о квантовых числах – главном, орбитальном, магнитном, спиновом.
7. Примеры ядер изотопов и изобаров, продукты реакций радиоактивного распада нуклидов. Причины возникновения дефекта массы.
8. Электронные и электронно-графические формулы атомов и ионов, используя набор правил: Клечковского, Хунда, принципов минимума энергии и Паули.
9. Структура периодической системы, информацию о электронных структурах атомов.
10. Изменение радиусов атомов и ионов, энергии ионизации и сродства к электрону, электроотрицательности, металлических и неметаллических свойств по периодам и группам, причины отклонений от монотонного изменения характеристик.
11. Причины вторичной периодичности, примеры.
12. Длина и энергия химической связи, валентный угол в молекуле.
13. Образование молекул методом ВС, способы образования связи, ее свойства, энергию.
14. Гибридизация. Гибридное состояние центрального атома и геометрию молекулы на основе электронных формул атомов молекулы.
15. Связь физико-химических свойств и химической активности соединений на основе информации о его строении.
16. Описание электронных формул гомоядерных и некоторых гетероядерных молекул, применяя положения метода МО, в том числе электроноизбыточных и электронодефицитных структур.
17. Электронные формулы молекул, порядок связи, сравнение энергии и длины связи, магнитные и оптические свойства, способность к димеризации, устойчивость димеров, донорные и акцепторные свойства молекул и ионов.
18. Свойства ионной связи, механизм образования, свойства ионных соединений, причины невозможности образования 100%-ной ионной связи.
19. Механизм образования металлической связи, ее свойства, зонная теория проводимости.
20. Причины возникновения и механизм образования водородной связи, ее свойства.
21. Вклад различных межмолекулярных взаимодействий для различных молекул.
22. Основные понятия и законы термодинамики, представление о границах их применимости.
23. Законы термохимии для расчета тепловых характеристик процесса, а также энергии химической связи.
24. Методы расчета величины изменения энтальпии, энтропии и свободной энергии Гиббса процессов, табличные стандартные значения.

25. Способы определения возможности и направление протекания процесса, используя стандартные величины изменения энтальпии, энтропии и свободной энергии.
26. Способы определения оптимальных условий протекания химической реакции.
27. Влияние различных факторов на скорость химической реакции.
28. Энергетическая диаграмма хода реакции, механизм влияния катализатора и ингибитора на скорость реакции.
29. Принцип Ле Шателье. Закономерности изменения состояния химического равновесия при изменении температуры, давления и концентрации веществ.
30. Типы дисперсных систем, примеры, истинные растворы.
31. Различные способы выражения состава раствора при решении типовых задач.
32. Уравнения реакций диссоциации солей, кислот и оснований, запись выражения для константы равновесия.
33. Изменение температур кипения и замерзания раствора, изменение осмотического давления, причины этих явлений.
34. Нахождение молярной массы растворенного вещества, используя эбулио- и криоскопические методы, осмотический метод.
35. Нахождение pH растворов кислот, солей и оснований.
36. Определение констант ионных равновесий в растворах: реакций нейтрализации, гидролиза, комплексообразования.
37. Представление о современных теориях кислот и оснований. Константы кислотности и основности. Понятие о кислотах и основаниях Льюиса.
38. Протолитические реакции. Ионизация слабых кислот и оснований. Связь между константой кислотности и константой основности в сопряженной протолитической паре.
39. Амфолиты. Изоэлектрическая точка.
40. Понятие о буферном действии, гомеостазе и стационарном состоянии живого организма. Зона буферного действия и буферная емкость.
41. Буферные системы крови: гидрокарбонатная, фосфатная, гемоглобиновая, протеиновая. Понятие о кислотно-основном состоянии организма.
42. Применение реакции нейтрализации в фармакотерапии.
43. Гетерогенные реакции в растворах электролитов. Константа растворимости.
44. Понятие о ПР электролита, связь ПР с растворимостью вещества.
45. Гидролиз солей, pH раствора, степень и константа гидролиза.
46. Условия смещения гидролитического равновесия.
47. Адсорбционные равновесия и процессы на подвижных границах раздела фаз. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества.
48. Адсорбционные равновесия на неподвижных границах раздела фаз. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбция газов на твердых телах. Адсорбция из растворов.
49. Уравнение Ленгмюра. Зависимость величины адсорбции от различных факторов.
50. Получение и свойства дисперсных систем. Получение суспензий, эмульсий, коллоидных растворов.
51. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация.
52. Электрокинетические свойства: электрофорез и электроосмос; потенциал течения и потенциал седиментации. Строение двойного электрического слоя.

53. Устойчивость дисперсных систем на примере лиофобных зольей. Факторы, влияющие на устойчивость лиозольей.
54. Коагуляция. Порог коагуляции и его определение, правило Шульце-Гарди, явление привыкания.
55. Понятие о современных теориях коагуляции. Коллоидная защита и пептизация.
56. Коллоидные ПАВ; биологически важные коллоидные ПАВ (мыла, детергенты, желчные кислоты). Мицеллообразование в растворах ПАВ.
57. Свойства растворов ВМС. Особенности растворения ВМС как следствие их структуры.
58. Механизм набухания и растворения ВМС. Зависимости величины набухания от различных факторов.
59. Вязкость крови и других биологических жидкостей. Осмотическое давление растворов биополимеров.
60. Полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка и методы ее определения.
61. Мембранное равновесие Доннана. Онкотическое давление плазмы и сыворотки крови.
62. Коацервация и ее роль в биологических системах. Застудневание растворов ВМС. Свойства студней: синерезис и тиксотропия.
63. Степень окисления, окислитель, восстановитель, процесс окисления и восстановления, окислительно-восстановительная двойственность.
64. Нахождение возможных продуктов окислительно-восстановительных реакций, способы расстановки коэффициенты.
65. Типы окислительно-восстановительных реакции.
66. Причины возникновения электродного потенциала, способы его расчета или измерения.
67. Связь разности значений стандартных электродных потенциалов с изменением свободной энергии процесса и значением константы равновесия.
68. Определение направления и полноты протекания окислительно-восстановительного процесса по значению разности потенциалов.
69. Определение наиболее вероятных электрохимических процессов на катоде и аноде по значениям стандартных электродных потенциалов.
70. Катодные и анодные реакции, суммарная реакция электролиза на инертных и активных электродах для наиболее важных промышленных процессов
71. Физико-химические принципы транспорта электронов в электронотранспортной цепи митохондрий.
72. Общие представления о механизме действия редокс-буферных систем.
73. Токсическое действие окислителей (нитраты, нитриты, оксиды азота).

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
1	10	0	30	30	0	0	30	100

## **Программа оценивания учебной деятельности студента**

### **1 семестр**

#### **Лекции – 0-10 баллов**

*0-2 балла* – студент посещает менее 60% лекций, не участвует в обсуждении проблемных задач, демонстрирует безразличие к задаваемым вопросам.

*3-4 балла* – студент посещает более 60% лекций, не участвует в обсуждении проблемных задач, демонстрирует безразличие к задаваемым вопросам.

*5-6 баллов* – студент посещает более 70% лекций, редко участвует в обсуждении проблемных задач, делает попытки находить ответы на задаваемые вопросы.

*7-8 баллов* – студент посещает более 80% лекций, принимает участие в обсуждении проблемных задач, иногда дает правильные ответы к задаваемым вопросам.

*9 баллов* – студент посещает более 90% лекций, почти на каждой лекции участвует в обсуждении проблемных задач, предлагает их решение, в большинстве случаев дает правильный ответ на задаваемые вопросы.

*10 баллов* – студент посещает все лекции, активно участвует в обсуждении проблемных задач, предлагает нестандартные решения, практически всегда дает правильные ответы на поставленные лектором вопросы.

#### **Лабораторные занятия**

Не предусмотрены.

#### **Практические занятия – 0-30 баллов**

*0-15 баллов* – практические работы сданы значительно позже назначенной даты, имеются значительные ошибки в оформлении и выполнении, которые не были исправлены в короткий срок.

*16-22 балла* – практические работы сданы позже назначенной даты, есть незначительные ошибки в оформлении, которые самостоятельно исправлены.

*23-30 баллов* – практические работы сданы в назначенный день, оформлены грамотно и самостоятельно, практически без ошибок.

#### **Самостоятельная работа – 0-30 баллов**

*0-9 баллов* – студент решает менее 50% тестовых заданий; подготовка к лабораторной работе в рамках практических занятий выполнена со значительными ошибками, не полностью. Работа сдана не в срок.

*10-20 баллов* – студент решает менее 75% тестовых заданий; подготовка к лабораторной работе в рамках практических занятий выполнена с незначительными ошибками, полностью. Работа сдана в срок.

*21-30 баллов* – студент решает более 75% тестовых заданий; подготовка к лабораторной работе в рамках практических занятий выполнена практически без ошибок, полностью. Работа сдана в срок.

## **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено.

## **Другие виды учебной деятельности**

Не предусмотрены.

## **Промежуточная аттестация**

### **Экзамен – от 0 до 30 баллов**

Промежуточная аттестация проводится в форме письменной контрольной работы, состоящей из 15 тестовых вопросов открытого типа. Уровень выполнения тестовых заданий оценивается в баллах, которые выставляются следующим образом:

За каждое полностью правильно выполненное задание с указанием хода решения – 2 балла.

За правильно выполненное задание без указания хода решения – 1 балл.

За задание с правильным ходом решения, но неправильным ответом – 1 балл.

Если сумма полученных студентом баллов по системе БАРС недостаточна для получения автоматической оценки, то сдается устный экзамен по билетам.

*27-30 баллов («отлично»)* – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

*21-26 баллов («хорошо»)* – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

*15-20 баллов («удовлетворительно»)* – дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

*0-14 баллов («неудовлетворительно»)* – ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют



фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 1 семестр по дисциплине составляет **100** баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Общая химия» в оценку (экзамен):

<u>83</u> - <u>100</u> баллов	«отлично»
<u>71</u> – <u>82</u> балла	«хорошо»
<u>56</u> - <u>70</u> баллов	«удовлетворительно»
<u>0</u> - <u>55</u> баллов	«неудовлетворительно»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Общая химия»

### а) литература:

1. Основы общей химии: Учебное пособие / В.И.Елфимов, 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 256 с. (ЭБС «Znanium.com») ✓

2. Введение в общую химию: учебник / Лупейко Т.Г. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2010. - 232 с. (ЭБС «Znanium.com») ✓

3. Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии: учебное пособие / под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной. М.:Интеграл-Пресс, 2008. 240 с. (221 экз) ✓

4. Кожина Л.Ф., Акмаева Т.А. Термодинамика химических процессов в общей и неорганической химии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского" , Ин-т химии ; авт.-сост.: Л. Ф. Кожина, Т. А. Акмаева. - Саратов : [б. и.], 2014. - 43 с. : табл. - Б. ц. (Электронная библиотека СГУ; ID: 962) ✓

5. Скорость химических реакций. Химическое равновесие [Электронный ресурс] / Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского" , Ин-т химии ; авт.-сост.: Л. Ф. Кожина [и др.]. - Саратов : [б. и.], 2014. - 59 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 59 (7 назв.). - Б. ц. (Электронная библиотека СГУ; ID: 1010) ✓

6. Кожина Л.Ф., Захарова Т.В., Пожаров М.В. Химическая связь: теория и практика: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского" , Ин-т химии ; авт.-сост.: Л. Ф. Кожина, Т. В. Захарова, М. В. Пожаров. - Саратов : [б. и.], 2016. - 59 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 59 (9 назв.). - Б. ц. (Электронная библиотека СГУ; ID: 1638) ✓

### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Microsoft Windows Pro 7 (Номер лицензии: OpenLicense № 46312747 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от от 06.07.07.) (70 шт.); Microsoft Windows Vista Business Номер лицензии: № 42226296, от 21.12.2009. (21 шт.);

2. Microsoft Office Standard 2003 SP3 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от от 06.07.07.) (2 шт.);

3. Microsoft Office Professional 2003 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от от 06.07.07); Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008) (10 шт.).

4. HyperChem Release 8.0 Professional 2 шт. (Гос. контракт № ИОП 47/08, заключенного 7 июля 2008г; 4 шт.: Закупка 22 мая 2007 по контракту № 048К/07 на основании распоряжения № 46 от 06.07.07.)

5. Mathcad 14.0 M020 (14.0.2.5 [802141434])

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

- Лекционные аудитории

Компьютерный класс с необходимым программным обеспечением.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 30.05.02 «Медицинская биофизика».

Автор

Доцент кафедры общей и  
неорганической химии, к.х.н.

Пожаров М.В.

Программа одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии от 27.09.2021 года, протокол № 2.