

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

"Красноярский государственный медицинский университет  
имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого"

Министерства здравоохранения Российской Федерации

Медико-психолого-фармацевтический факультет

Кафедра биологической химии с курсами медицинской, фармацевтической и токсикологической  
химии

## **АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**"Физическая химия"**

уровень специалитета

очная форма обучения

срок освоения ОПОП ВО - 6 лет

2023 год

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Красноярский государственный медицинский университет  
имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого"  
Министерства здравоохранения Российской Федерации



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной,  
воспитательной работе  
и молодежной политике  
д.м.н., доцент  
И.А. Соловьева

**27 июня 2023**

## **АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплины «Физическая химия»

Для ОПОП ВО по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика. Направленность (профиль): Медицинская биофизика

Уровень специалитета

Очная форма обучения

Срок освоения ОПОП ВО - 6 лет

Медико-психолого-фармацевтический факультет

Кафедра биологической химии с курсами медицинской, фармацевтической и токсикологической химии

Курс - I, II

Семестр - II, III

Лекции - 68 час.

Лабораторные работы - 140 час.

Самостоятельная работа - 80 час.

Экзамен - III семестр (36 ч.)

Всего часов - 324

Трудоемкость дисциплины - 9 ЗЕ

2023 год


При разработке рабочей программы дисциплины в основу положены:

1) ФГОС ВО по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 13 августа 2020 № 1002.


2) Учебный план по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный Ученым Советом ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России (протокол № 5 от 17 мая 2023 г.).

3) Стандарт организации «Учебно-методический комплекс дисциплины (модуля). Часть I. Рабочая программа дисциплины (модуля). СТО СМК 8.3.05-21. Выпуск 3.»


Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры (протокол № 9 от 16 июня 2023 г.)

Заведующий кафедрой биологической химии с курсами медицинской, фармацевтической и токсикологической химии  д.м.н. Малиновская Н.А.

Согласовано:

Декан  к.б.н. Шадрин К.В.

26 июня 2023 г.

Председатель методической комиссии по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика  к.ф.-м.н., доцент Романова Н.Ю.

Программа заслушана и утверждена на заседании ЦКМС (протокол № 12 от 27 июня 2023 г.)

Председатель ЦКМС  д.м.н., доцент Соловьева И.А.

**Авторы:**

- к.х.н., доцент Эндржеевская-Шурыгина В.Ю.

## 1. Вводная часть

### 1.1. Планируемые результаты освоения образовательной программы по дисциплине

Цель освоения дисциплины "Физическая химия" состоит в формировании у студентов целостного представления о физической химии, а также целью является показать ее тесную связь с жизнедеятельностью биологических систем, раскрыть химические и физико-химические аспекты превращений молекула-клетка-организм.

### 1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

1.2.1. Дисциплина «Физическая химия» относится к блоку Б1 - «Дисциплины (модули)».

#### Химия (школьный курс)

**Знания:** основных законов химии, в том числе Периодического закона и Периодической системы элементов; принципа заполнения электронами атомных орбиталей; основных характеристик атомов элементов и изменение этих величин по группам и периодам периодической системы. Знать характерные свойства ковалентной, ионной и металлической связи; основные типы молекулярных орбиталей; механизмы возникновения ковалентной связи; гибридизацию атомных орбиталей и пространственную структуру молекул и ионов; знать в каких системах имеет место сопряжение связей, что такое ароматические соединения; сущности и природу химической связи; Способы расчета равновесных концентраций по известным концентрациям и константе равновесия.

**Умения:** прогнозировать химические свойства элементов, исходя из их положения в периодической системе и электронных формул соответствующих атомов; называть изучаемые вещества; определять валентность и степень окисления химических элементов; тип химической связи; заряд иона; принадлежность веществ к различным классам неорганических соединений; объяснять зависимость свойств веществ от их состава и строения, природу химической связи (ионной, ковалентной, донорно-акцепторной); обращаться с химической посудой и лабораторным оборудованием;-вычислять массовую долю вещества в растворе; количество вещества, объем или массу по количеству вещества, объему или массе реагентов или продуктов реакции;- объяснять химические явления, происходящие в быту или на производстве;- проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернета).

**Навыки:** определения возможности протекания химических превращений в различных условиях и оценивать их последствия; оценивать влияние химического загрязнения окружающей среды на организм человека; владеть правилами безопасного обращения с горючими и токсическими веществами, лабораторным оборудованием;- владеть приемами приготовления растворов заданной концентрации; -обработки, анализа и обобщения результатов химических наблюдений и измерений.

**2.2. Разделы дисциплины (модуля), компетенции и индикаторы их достижения, формируемые при изучении**

| № раздела | Наименование раздела дисциплины | Темы разделов дисциплины   | Код формируемой компетенции | Коды индикаторов достижения компетенций |
|-----------|---------------------------------|--|-----------------------------|---|
| 1         | 2                               | 3  | 4                           | 5                                       |
| 1.        | Химическая термодинамика.       |  |                             |   |
|           |                                 | Предмет физической химии, ее разделы. Химическая термодинамика. Место среди других разделов физической химии. Основные понятия: система, окружающая среда, фаза, гомогенная и гетерогенная системы, компонент, составляющее вещество, химическая переменная. Системы открытые, закрытые, изолированные. Интенсивные и экстенсивные параметры. Постулат о равновесии. Нулевой закон термодинамики.  | ОПК-1                       | ОПК-1.2                                 |
|           |                                 | Физическая химия как наука. Основные понятия. Первый закон термодинамики. Расчет тепловых эффектов.  | ОПК-1                       | ОПК-1.2                                 |
|           |                                 | Первый закон термодинамики. Его формулировки и следствия. Внутренняя энергия. Функции пути (перехода) и функции состояния. Работа расширения. Потерянная работа. «Полезная» работа. Теплота. Работа и теплота в различных процессах для идеального газа. Изотерма, изохора, изобара, адиабата. Теплота при постоянном давлении и при постоянном объеме. Энтальпия. Теплоёмкости. Связь между изобарной и изохорной теплоёмкостями. Теплоёмкости как функции температуры. | ОПК-1                       | ОПК-1.2                                 |
|           |                                 | Основы химической термодинамики. Закон Гесса, его следствия.   | ОПК-1                       | ОПК-1.2                                 |
|           |                                 | Второй закон термодинамики. Термодинамические потенциалы.  | ОПК-1                       | ОПК-1.2                                 |
|           |                                 | Внутренняя энергия как функция объема и температуры. Энтальпия как функция температуры и давления. Термохимия. Калориметрия. Закон Гесса. Тепловой эффект химической реакции. Энтальпия реакции. Энтальпии (теплоты) образования. Энтальпии (теплоты) сгорания. Энтальпии (теплоты) растворения. Стандартные состояния и стандартные условия. Зависимость энтальпии химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа. Методы определения теплот реакций.            | ОПК-1                       | ОПК-1.2                                 |
|           |                                 | Основные понятия и законы термодинамики. Коллоквиум №1.  | ОПК-1                       | ОПК-1.2                                 |

|    |                     |  |       |         |
|----|---------------------|--|-------|---------|
|    |                     | Второй закон термодинамики. Его формулировка. Обоснование второго закона термодинамики по Карно - Клаузиусу. Энтропия как функция состояния. Связь энтропии с приведённой теплотой, её вычисление и свойства. Энтропия как функция температуры и давления или объёма. Связь энтропии с теплоёмкостью. Изменение энтропии при необратимых процессах. Принцип возрастания энтропии. Неравенство Клаузиуса. Статистическая трактовка понятия энтропии. Формула Больцмана.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                     | Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка и его ограничения. Стандартная энтропия вещества. Энтропия реакции. Системы с постоянным и переменным числом молей. Фундаментальное уравнение Гиббса. Термодинамические потенциалы. Уравнения Гиббса - Гельмгольца. Максимальная полезная работа. Её связь с электродвижущей силой (ЭДС). Характеристические функции и их свойства. Различные формы условий термодинамического равновесия. Химический потенциал. Его различные определения. Химический потенциал идеальных и реальных газов. | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                     | Растворы неэлектролитов. Основные понятия. Способы выражения концентрации. Идеальные растворы. Неидеальные растворы. Закон Рауля. Закон Генри. Метод активностей Льюиса. Вычисление коэффициентов активности по давлению пара компонентов раствора. Функции смешения. Избыточные функции. Модели растворов. Уравнения Гиббса - Дюгема.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
| 2. | Фазовые равновесия. |  |       |         |
|    |                     | Коллигативные свойства растворов.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                     | Растворимость веществ. Фазовое равновесие. Двойные жидкие системы.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                     | Фазовое равновесие. Термический анализ. Диаграммы плавкости бинарной смеси амидопирин - ацетилсалициловая кислота».  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                     | Бинарные системы. Коллигативные свойства жидких растворов. Криоскопические явления в идеальных растворах. Уравнение Шрёдера. Мембранные равновесия. Вывод условия мембранного равновесия в растворах неэлектролитов. Осмос. Уравнение Вант-Гоффа. Применение методов, основанных на измерении коллигативных свойств, в биохимии.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                     | Термодинамика фазовых равновесий, коллигативные свойства. Коллоквиум № 2   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |

|    |  |  |       |         |
|----|--|--|-------|---------|
|    |  | Фазовые переходы. Условия фазового равновесия. Число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Его применение к различным диаграммам состояния однокомпонентных и бинарных систем. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Его применение к процессам плавления, сублимации и испарения в однокомпонентных системах (на примере H <sub>2</sub> O и CO <sub>2</sub> ).   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста. Равновесие жидкость - пар в однокомпонентных системах. Давление пара над поверхностью маленьких капель. Капиллярное поднятие жидкости. Равновесие жидкость - пар в двухкомпонентных системах. Различные виды диаграмм состояния. Законы Коновалова. Перегонка. Азеотропные смеси. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Сечения при постоянном давлении. Простая эвтектика. Применение правила фаз в различных точках. Правило рычага. Экстракция.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
| 3. | Химические реакции.  |  |       |         |
|    |  | Химическая переменная. Зависимость энергии Гиббса и энергии Гельмгольца от химической переменной при постоянных температуре и давлении и температуре и объёме. Уравнение изотермы химической реакции. Закон действующих масс. Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнение изобары Вант-Гоффа. Химические равновесия в биохимических системах.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Химическая переменная. Зависимость энергии Гиббса и энергии Гельмгольца от химической переменной при постоянных температуре и давлении и температуре и объёме. Условие химического равновесия в закрытых системах. Уравнение изотермы химической реакции. Сродство химической реакции. Закон действующих масс. Различные формы записи констант равновесия и связь между ними. Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнение изобары Вант-Гоффа и его интегрирование. Влияние давления и температуры на состав равновесной смеси. Равновесия в гетерогенных системах. Химические равновесия в биохимических системах. | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
| 4. | Элементы статистической термодинамики и современных методов расчета термодинамических величин. |  |       |         |

|    |                        |   |       |         |
|----|------------------------|---|-------|---------|
|    |                        | Химия поверхностных явлений. Термодинамика поверхностных явлений: поверхностная энергия Гиббса, поверхностное натяжение ; факторы, влияющие на поверхностное натяжение; поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества; уравнение адсорбции Гиббса.                                 | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                        | Микроскопическое описание состояния методом классической механики. Микроскопическое описание состояния квантовой статистикой. Микроканоническое и каноническое среднее. Связь энтропии статистического веса. Каноническое распределение Гиббса. Статистическое определение свободной энергии. | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
| 5. | Поверхностные явления. |   |       |         |
|    |                        | Адсорбция из растворов. Лабораторная работа: Изучение адсорбции уксусной кислоты на активированном угле.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                        | Адсорбция на границе раздела газ - жидкость. Лабораторная работа: Определение поверхностного натяжения (G) водных растворов спирта при помощи сталагмометра.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                        | Химия поверхностных явлений. Термодинамика поверхностных явлений: поверхностная энергия Гиббса, поверхностное натяжение ; факторы, влияющие на поверхностное натяжение; поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества; уравнение адсорбции Гиббса.                                 | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                        | Смачивание. Инверсия смачивания. Растекание. Поверхностные пленки. Когезия. Адгезия.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                        | Избирательная адсорбция. Лабораторная работа: Качественные опыты по адсорбции. Выявление влияния различных факторов на адсорбцию.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                        | Поверхностные явления и адсорбция. Лабораторная работа: Хроматография.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                        | Адсорбция: сорбция, виды адсорбции. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Адсорбция на границе раздела жидкость - газ. Анализ изотермы адсорбции Ленгмюра. Определение размеров молекул ПАВ.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                        | Адсорбция, хроматография. Коллоквиум № 3.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                        | Адсорбция на твердой поверхности. Теории адсорбции. Адсорбция электролитов. Образование двойного электрического слоя (ДЭС). Ионный обмен.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |                        | Хроматография: сущность и классификация хроматографии; теоретические основы хроматографии; анализ и методы расчета хроматограмм.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |



|    |  |  |       |         |
|----|--|--|-------|---------|
|    |  | Защита лабораторных работ. Решение ситуационных задач по разделам физической химии.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
| 6. | Коллоидное состояние вещества. Дисперсные системы.   |  |       |         |
|    |  | Предмет, задачи и методы коллоидной химии. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Природа и классификация дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем. Оптические свойства коллоидных систем. | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Устойчивость гидрофобных золей. Л.Р. «Коагуляция и стабилизация коллоидных систем».  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Электрический заряд коллоидных частиц: теория строения двойного электрического слоя. Потенциалы ДЭС.                                   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Микрогетерогенные системы. Л. Р. «Эмульсия».   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Строение коллоидных частиц лиофобных золей. Электрокинетические явления.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Электрокинетические явления коллоидных систем. Л.Р. «Определение $\zeta$ - потенциала».  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Методы получения и очистки коллоидных растворов. Устойчивость и коагуляция коллоидных систем.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Коллоидные растворы. Коллоквиум № 4.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Классы микрогетерогенных систем: аэрозоли и порошки; суспензии; эмульсии; пены.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Поверхностно-активные вещества. Коллоидные системы, образованные ПАВ.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Тестовый контроль за весь курс Физическая химия.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
| 7. | Высокомолекулярные вещества и их растворы.           |  |       |         |
|    |  | Растворы ВМС. Л. Р. «Влияние pH на степень набухания».   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Получение и свойства ВМС.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Свойства растворов ВМС. Л. Р. Влияние pH на вязкость растворов ВМС.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Структурообразование в растворах ВМС.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Особенности растворов биополимеров. Защитное действие ВМС.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|    |  | Свойства ВМС». Коллоквиум № 5.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
| 8. | Реологические методы исследования дисперсных систем. |  |       |         |

|     |                                |   |       |         |
|-----|--------------------------------|---|-------|---------|
|     |                                | Структурно-механические свойства и реологический метод исследования дисперсных систем.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
| 9.  | Электрохимия.                  |   |       |         |
|     |                                | Электролитическая диссоциация. Сильные и слабые электролиты. Теория Дебая - Хюккеля. Связь коэффициентов активности с ионной силой раствора. Влияние ионной силы на константы равновесия. Электропроводность растворов электролитов. Зависимость удельной и эквивалентной электропроводности от концентрации. Закон разведения Оствальда. Электрофоретический и релаксационный эффекты. Зависимость электропроводности от температуры. Закон Кольрауша. | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|     |                                | Электрохимический потенциал. Условия химического и фазового равновесия для систем с участием заряженных частиц. Гальвани-потенциал. Возникновение разности потенциалов на границе металл - раствор его соли, металл - металл. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста для электродного потенциала. Стандартные электродные потенциалы и расчёт электро-движущей силы (ЭДС) цепи.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|     |                                | Электрохимия. Электроды. Гальванические элементы.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|     |                                | Электродные потенциалы для биохимических систем. Электроды первого и второго рода. Газовые электроды (водородный, кислородный и др.) и редокс-электроды. Электроды сравнения. Мембранное равновесие в растворах электролитов. Химические цепи, концентрационные цепи с переносом и без переноса. Диффузионный потенциал.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|     |                                | Электропроводимость растворов ( $\lambda$ , $\chi$ ). Удельная и эквивалентная электропроводимость.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|     |                                | Кондуктометрическое титрование. Потенциометрические методы исследования.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|     |                                | Буферные растворы.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|     |                                | «Электрохимия, потенциометрия, кондуктометрия». Коллоквиум № 6.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
| 10. | Химическая кинетика и катализ. |   |       |         |
|     |                                | Основные положения теории активных столкновений. Вывод основного уравнения для бимолекулярной реакции. Эффективный диаметр столкновений. Стерический множитель. Средняя длина свободного пробега. Энергия активации, её связь с энергией активации Аррениуса. Мономолекулярные реакции. Схема Линдемана. Зависимость эффективной константы скорости от давления (концентрации) в системе.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |

|  |  |   |       |         |
|--|--|---|-------|---------|
|  |  | Теория активированного комплекса. Поверхность потенциальной энергии. Основные постулаты теории. Вывод основного уравнения теории. Теория активированного комплекса в применении к моно-молекулярным реакциям. Тримолекулярные реакции и реакции третьего порядка. Различные объяснения температурной зависимости константы скорости.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|  |  | Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Энергия Гиббса активации, энтальпия и энтропия активации. Выражения для константы скорости простейшей бимолекулярной реакции в теории активных столкновений и в теории активированного комплекса. Интерпретация стерического множителя в теории активированного комплекса. | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|  |  | Теория активированного комплекса в применении к жидким растворам. Влияние ионной силы на скорость реакции между ионами. Кинетический изотопный эффект. Представление о гомогенном и гетерогенном катализе. Диффузия как возможная лимитирующая стадия химического процесса.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|  |  | Кинетика. Химическое равновесие. Уравнение изотермы реакции Вант-Гоффа. Лабораторная работа «Зависимость скорости реакции от концентрации, температуры, катализаторов».   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|  |  | Ферментативный катализ. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментен. Определение константы Михаэлиса и максимальной скорости реакции. Конкурентное и неконкурентное ингибирование. Ингибирование субстратом.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|  |  | Химическая кинетика.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|  |  | Реакции с нетермической активацией. Фотохимия. Фотохимические и фотофизические процессы. Понятия о флуоресценции и фосфоресценции. Закон Ламберта - Бера. Закон Гротгуса - Дрепера. Закон Вант-Гоффа. Закон Эйнштейна - Штарка. Автоколебательные биохимические процессы.   | ОПК-1 | ОПК-1.2 |
|  |  | Химическая кинетика и катализ. Коллоквиум № 7.  | ОПК-1 | ОПК-1.2 |