**Министерство образования Республики Беларусь**

Учебно-методическое объединение по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию

**утверждЕНО**

Первым заместителем

Министра образования

Республики Беларусь

И.А.Старовойтовой

**28.06.2022**

Регистрационный № **ТД-L.709/тип.**

**МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ**

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине**

**для специальности**

**1–79 01 04 «Медико-диагностическое дело»**

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Первый заместитель Министра здравоохранения Республики Беларусь  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.Н.Кроткова  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 | **СОГЛАСОВАНО**  Начальник Главного управления профессионального образования Министерства образования Республики Беларусь  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.А.Касперович  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 |
| СОГЛАСОВАНО  Сопредседатель Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.П.Рубникович  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 | СОГЛАСОВАНО  Проректор по научно-методической работе Государственного учреждения образования «Республиканский институт высшей школы»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.В.Титович  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 |
|  | Эксперт-нормоконтролер  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 |

Минск 2022

**Составители**:

Е.Г.Тюлькова, заведующий кафедрой общей и биоорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент;

В.В.Болтромеюк, заведующий кафедрой общей и биоорганической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат химических наук, доцент;

А.И.Макаренко, доцент кафедры общей и биоорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент;

М.В.Одинцова, старший преподаватель кафедры общей и биоорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»

**Рецензенты:**

Кафедра общей химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет» (протокол № 2 от 16.02.2022);

В.Н.Бурдь, заведующий кафедрой химии и биотехнологии учреждения образования «Гродненский государственный университет им. Я.Купалы», доктор химических наук, доцент

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой:**

Кафедрой общей и биоорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»

(протокол № 1 от 29.01.2022);

Кафедрой общей и биоорганической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»

(протокол № 7 от 31.01.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»

(протокол № 2 от 23.02.2022);

Научно-методическим советом по медико-диагностическому делу Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию

(протокол № 2 от 28.02.2022)

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

«Медицинская химия» – учебная дисциплина модуля «Химический модуль 1», содержащая систематизированные научные знания о химических веществах и их превращениях, сопровождающихся изменением состава, строения и свойств, а также о физико-химических методах качественного и количественного анализа биологических жидкостей организма человека, растворов лекарственных средств и биополимеров.

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Медицинская химия» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования I ступени по специальности 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело», утвержденным и введенным в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 26.01.2022 № 14; типовым учебным планом по специальности 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело» (регистрационный № L 79-1-008/пр-тип.), утвержденным первым заместителем Министра образования Республики Беларусь 30.06.2021.

Цель учебной дисциплины «Медицинская химия» – формирование базовой профессиональной компетенции для применения знаний о химических и физико-химических основах процессов жизнедеятельности организма человека и методах исследования биологических жидкостей, растворов лекарственных веществ и биополимеров при решении диагностических, научно-исследовательских и иных задач профессиональной деятельности.

Задачи учебной дисциплины «Медицинская химия» состоят в формировании у студентов научных знаний и современных представлений о химической термодинамике и кинетике химических реакций, являющихся теоретической основной биоэнергетики и энзимологии; растворах, являющихся научной базой для изучения электролитного баланса, кислотно-щелочного равновесия, диффузионных и осмотических явлений, физико-химии физиологических и патологических гомо- и гетерогенных систем в организме человека; основных положениях электрохимии как основы биоэлектрохимии и электрохимических методов исследования в биологии и медицине; физико-химии поверхностных явлений, дисперсных систем и растворов высокомолекулярных соединений, способствующих пониманию структуры биологических мембран, сущности процессов гемо- и лимфосорбции, энтеросорбции, умений и навыков, необходимых для:

диагностики процессов жизнедеятельности в организме человека;

применения современных химических и физико-химических методов при проведении лабораторных диагностических исследований и разработки новых методов диагностики.

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Медицинская химия», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин: «Медицинская и биологическая физика», «Нормальная физиология», «Биологическая химия», «Фармакология».

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины, должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией:

использовать знания о современных химических и физико-химических методах исследования биологических жидкостей, растворов лекарственных веществ и биополимеров для произведения расчетов на основании проведенных исследований.

В результате изучения учебной дисциплины «Медицинская химия» студент должен:

знать:

основы химической термодинамики и кинетики химических реакций, являющихся теоретической основой биоэнергетики и энзимологии;

основы кислотно-щелочного равновесия крови (рН крови, ацидоз, алкалоз); механизм действия гидрокарбонатной буферной системы плазмы крови и гемоглобиновой буферной системы эритроцитов;

гипо-, гипер-, изотонические растворы и их применение в медицине; основные компоненты, определяющие величину осмотического и онкотического давления плазмы крови; распределение воды между клетками и внеклеточной жидкостью (гемолиз, плазмолиз);

растворимость газов в крови: особенности растворения в крови кислорода, углекислого газа и азота (гипербарическая оксигенация, кессонная болезнь);

химические основы минерализации и профилактики деминерализации костной ткани при кальций- и фосфат-дефицитных состояниях организма, образование и растворение конкрементов при мочекаменной и желчнокаменной болезнях;

основные положения электрохимии как основы биоэлектрохимических методов исследования в медицине;

физико-химические основы использования адсорбентов при гемо-, плазмо-, лимфосорбции и энтеросорбентов для извлечения из организма токсичных соединений;

физико-химические процессы и свойства дисперсных систем, факторы, определяющие их устойчивость;

химические основы строения комплексных соединений, их свойства и применение в медицине для поддержания металло-лигандного гомеостаза и выведения из организма ионов токсичных металлов, для профилактики и лечения ряда заболеваний (гемохроматоз, катаракта, атеросклероз);

уметь:

использовать термодинамические расчеты для определения направления и глубины протекания биохимических процессов;

готовить растворы заданного состава;

измерять рН исследуемых биологических жидкостей и определять буферную емкость;

правильно выбирать и выполнять базовые физико-химические методы анализа;

владеть:

методикой термохимических расчетов для характеристики энергетического баланса организма человека;

способами приготовления растворов с заданной концентрацией;

методикой проведения потенциометрического определения (прямого и косвенного) рН растворов;

методикой определения порядка химической реакции.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические знания, практические умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Всего на изучение учебной дисциплины отводится 118 академических часов, из них 78 аудиторных и 40 часов самостоятельной работы студента.

Рекомендуемые формы текущей аттестации: экзамен (1 семестр).

**ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название раздела (темы) | Всего аудиторных часов | Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий | |
| лекции | лабораторные |
| **1. Элементы химической термодинамики и биоэнергетики** | **7** | **4** | **3** |
| 1.1. Химическая термодинамика как основа биоэнергетики | 5 | 2 | 3 |
| 1.2. Направление биохимических процессов | 2 | 2 | - |
| **2. Основы учения о растворах** | **27** | **6** | **21** |
| 2.1. Учение о химическом эквиваленте | 3 | - | 3 |
| 2.2. Учение о растворах. Способы выражения состава растворов | 3 | - | 3 |
| 2.3. Элементы теории растворов слабых и сильных электролитов | 3 | - | 3 |
| 2.4. Типы протолитических реакций | 3 | - | 3 |
| 2.5. Буферные растворы и системы организма | 5 | 2 | 3 |
| 2.6. Коллигативные свойства растворов | 5 | 2 | 3 |
| 2.7. Гетерогенные равновесия в системе «насыщенный раствор – осадок малорастворимого электролита» | 5 | 2 | 3 |
| **3. Основы химической кинетики. Катализ и катализаторы** | **5** | **2** | **3** |
| **4. Электрохимия** | **11** | **2** | **9** |
| 4.1. Электропроводность растворов электролитов. Теория возникновения электрических потенциалов | 5 | 2 | 3 |
| 4.2. Теория окислительно-восстановительных реакций | 3 | - | 3 |
| 4.3. Химические источники электрического тока | 3 | - | 3 |
| **5. Основы физико-химии поверхностных явлений** | **9** | **3** | **6** |
| 5.1. Адсорбция на подвижной границе раздела фаз | 5 | 2 | 3 |
| 5.2. Адсорбция на неподвижной границе раздела фаз | 4 | 1 | 3 |
| **6. Основы физико-химии дисперсных систем** | **14** | **5** | **9** |
| 6.1. Физико-химические свойства дисперсных систем | 5 | 2 | 3 |
| 6.2. Устойчивость коллоидно-дисперсных систем | 5 | 2 | 3 |
| 6.3. Физико-химия растворов биополимеров | 4 | 1 | 3 |
| **7. Комплексные соединения** | **5** | **2** | **3** |
| **Всего часов** | **78** | **24** | **54** |

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

**1. Элементы химической термодинамики и биоэнергетики**

**1.1. Химическая термодинамика как основа биоэнергетики**

Предмет и задачи химической термодинамики. Классификация термодинамических систем и процессов. Системы: изолированные, закрытые, открытые. Процессы: изохорные, изобарные, изотермические, адиабатные. Понятие о фазе: гомогенные и гетерогенные системы.

Внутренняя энергия. Теплота и работа – две формы передачи энергии. Первое начало термодинамики. Энтальпия. Изобарный и изохорный тепловые эффекты. Закон Гесса и следствия из него. Стандартные теплоты образования и сгорания. Термохимические расчеты и их использование для энергетической характеристики биохимических процессов.

Взаимосвязь между процессами обмена веществ и энергии. Калорийность основных составных частей пищи и некоторых пищевых продуктов. Расход энергии при различных режимах двигательной активности.

**1.2. Направление биохимических процессов**

Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы. Понятие о термодинамике химического равновесия.

Статистическое и термодинамическое толкование энтропии. Второе начало термодинамики. Применение второго закона термодинамики к биосистемам. Энергия Гиббса (изобарно-изотермический потенциал). Энтальпийный и энтропийный факторы. Критерии направления самопроизвольного протекания процессов.

Экзо- и эндоэргонические процессы в организме. Принцип энергетического сопряжения.

**2. Основы учения о растворах**

**2.1. Учение о химическом эквиваленте**

Понятие химического эквивалента. Определение фактора эквивалентности для веществ, участвующих в кислотно-основных и окислительно-восстановительных реакциях. Молярная масса эквивалента. Количество вещества эквивалента.

**2.2. Учение о растворах. Способы выражения состава растворов**

Роль растворов в жизнедеятельности организмов. Вода как универсальный растворитель. Термодинамика растворения. Растворимость твердых, жидких и газообразных веществ в жидкостях и ее зависимость от различных факторов. Закон Генри и Дальтона. Влияние электролитов на растворимость газов: закон Сеченова. Растворимость газов в крови.

Качественные способы выражения состава растворов: насыщенные, ненасыщенные, пересыщенные, концентрированные и разбавленные растворы. Количественные способы выражения состава растворов: молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента вещества, моляльная концентрация вещества, титр, массовая доля растворенного вещества.

**2.3. Элементы теории растворов слабых и сильных электролитов**

Элементы теории растворов слабых электролитов. Константа диссоциации слабого электролита. Закон разведения Оствальда. Основные положения теории сильных электролитов. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора как физиологическая константа.

**2.4. Типы протолитических реакций**

Протолитическая теория кислот и оснований. Молекулярные и ионные кислоты и основания. Сопряженная протолитическая пара. Реакции нейтрализации, гидролиза, ионизации с точки зрения протолитической теории. Вода как амфипротонный растворитель. Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель рН как количественная мера активной кислотности и щелочности.

**2.5. Буферные растворы и системы организма**

Буферные системы. Классификация буферных систем и механизмы их действия. Расчет рН буферных систем. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха. Буферная емкость, факторы, влияющие на ее величину. Буферные системы крови: гидрокарбонатная, гемоглобиновая, фосфатная, белковая. Понятие о кислотно-щелочном равновесии крови. Ацидоз и алкалоз.

**2.6. Коллигативные свойства растворов**

Коллигативные свойства разбавленных растворов электролитов и неэлектролитов. Законы Рауля: давление насыщенного пара над раствором, повышение температуры кипения и понижение температуры его замерзания по сравнению с чистым растворителем. Криоскопия. Эбуллиоскопия.

Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа, изотонический коэффициент Вант-Гоффа, его физический смысл. Полупроницаемые мембраны в организме. Осмолярность и осмоляльность биологических жидкостей. Гипо-, гипер- и изотонические растворы в медицине. Коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление плазмы крови. Плазмолиз и гемолиз.

**2.7. Гетерогенные равновесия в системе «насыщенный раствор – осадок малорастворимого электролита»**

Термодинамика растворения. Растворимость твердых веществ, жидкостей и газов в жидкостях, ее зависимость от различных факторов. Законы Генри и Дальтона. Влияние электролитов на растворимость газов: уравнение Сеченова. Растворимость газов в крови.

Гетерогенные равновесия в системе «насыщенный раствор – осадок малорастворимого электролита». Константа растворимости (термодинамическая, концентрационная). Условия образования и растворения осадков. Совмещенные химические равновесия в гетерогенных системах.

Гетерогенные равновесия в жизнедеятельности человека: процессы образования основного компонента костной ткани (гидроксиаппатита), конкрементов при почечнокаменной и желчнокаменной болезнях.

**3. Основы химической кинетики. Катализ и катализаторы**

Задачи химической кинетики. Реакции простые и сложные, гомогенные и гетерогенные. Скорость реакции и методы ее измерения. Кинетические уравнения. Константа скорости. Порядок и молекулярность реакции. Кинетические уравнения и период полупревращений реакций нулевого, 1-го и 2-го порядков. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Понятие о кинетике сложных реакций: параллельных, последовательных, сопряженных, обратимых, цепных, фотохимических.

Катализ и катализаторы. Виды катализа. Ингибиторы как отрицательные катализаторы. Механизм гомогенного и гетерогенного катализа. Кислотно-основной катализ и его роль в биологических системах. Понятие о ферментативном катализе.

**4. Электрохимия**

**4.1. Электропроводность растворов электролитов. Теория возникновения электрических потенциалов**

Жидкость и ткани организма как проводники второго рода. Электрическая проводимость биологических жидкостей и тканей в норме и патологии. Электродные и окислительно-восстановительные потенциалы. Механизм возникновения электродных потенциалов. Расчет электродных потенциалов по уравнению Нернста-Петерса. Стандартный водородный электрод. Диффузионный и мембранный потенциалы. Уравнение Нернста. Понятие о биоэлектропотенциалах (потенциал покоя и потенциал действия)

**4.2. Теория окислительно-восстановительных реакций**

Основные положения электронной теории окислительно-восстановительных процессов. Электронно-ионный метод составления уравнений окислительно-восстановительных реакций. Количественные характеристики окислительно-восстановительной способности химических соединений. Окислительно-восстановительный потенциал. Критерии самопроизвольного протекания окислительно-восстановительных реакций.

**4.3. Химические источники электрического тока**

Измерение электродных потенциалов. Электроды сравнения (водородный, хлорсеребряный) и определения (стандартные электродные потенциалы). Водородная шкала стандартных электродных потенциалов. Химические и концентрационные гальванические элементы. Расчеты электродвижущей силы (ЭДС). Прогнозирование направления окислительно-восстановительных процессов по стандартной энергии Гиббса и по величинам окислительно-восстановительных потенциалов.

Ионоселективные электроды: стеклянный электрод. Устройство pH-метра. Потенциометрическое титрование, его сущность и использование в количественном анализе и медико-биологических исследованиях.

**5. Основы физико-химии поверхностных явлений**

**5.1. Адсорбция на подвижной границе раздела фаз**

Поверхностные явления и их значение в биологии и медицине. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества (ПИВ). Изотерма поверхностного натяжения. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Уравнение Гиббса. Адсорбция на границе раздела жидкость-газ, жидкость-жидкость. Ориентация молекул ПАВ в поверхностном слое и структура биологических мембран. Применение ПАВ в медицине.

**5.2. Адсорбция на неподвижной границе раздела фаз**

Адсорбция на границе раздела твердое тело–газ и твердое тело–жидкость (раствор). Уравнение Ленгмюра. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Хемосорбция. Адсорбция сильных электролитов (эквивалентная, избирательная, обменная). Правило Панета-Фаянса. Значение адсорбционных процессов в биосистемах. Понятие об адсорбционной терапии. Иониты и их применение в медицине.

**6. Основы физико-химии дисперсных систем**

**6.1. Физико-химические свойства дисперсных систем**

Классификация дисперсных систем по степени дисперсности, по агрегатному состоянию фаз, по силе взаимодействия между дисперсной фазой и дисперсионной средой. Коллоидные растворы. Методы получения и очистки коллоидных растворов. Диализ, электродиализ, фильтрация (ультрафильтрация). Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов: броуновское движение, диффузия, седиментация, осмотическое давление. Оптические свойства дисперсных систем. Эффект Фарадея-Тиндаля. Электрические свойства дисперсных систем. Электрофорез и электроосмос. Механизм образования, заряд и строение двойного электрического слоя коллоидной частицы-мицеллы. Электрокинетический потенциал. Строение мицелл.

**6.2. Устойчивость коллоидно-дисперсных систем**

Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных растворов. Коагуляция. Порог коагуляции. Влияние электролитов на электрокинетический потенциал. Правило Шульце-Гарди. Теория коагуляции Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека. Взаимная коагуляция золей. Кинетика коагуляций. Коллоидная защита. Медико-биологическая роль процессов коагуляции и коллоидной защиты.

**6.3. Физико-химия растворов биополимеров**

Высокомолекулярные соединения (ВМС): методы получения, классификация, строение и пространственная форма макромолекул. Механизм набухания и растворения биополимеров. Влияние различных факторов на степень набухания. Вязкость растворов биополимеров. Уравнение Штаудингера. Вязкость крови и других биологических жидкостей как диагностический показатель. Коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление плазмы крови.

Полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка и методы ее определения. Защитное действие ВМС, механизм, биологическая роль. Устойчивость растворов ВМС. Высаливание ВМС. Особенности осаждения белков. Коацервация.

**7. Комплексные соединения**

Комплексные соединения. Координационная теория Вернера. Классификация и номенклатура комплексных соединений. Комплексообразующая способность s-, p-, d-элементов. Дентантность лигандов. Биолиганды. Внутрикомплексные соединения. Хелаты. Реакции комплексообразования. Константы нестойкости и устойчивости комплексов. Разрушение комплексных соединений. Применение комплексных соединений в медицине.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**ЛИТЕРАТУРА**

**Основная:**

1. Болтромеюк, В. В. Общая химия : учеб. пособие / В. В. Болтромеюк. – Гродно : ГрГМУ, 2020. – 574 с.

2. Ткачев, С. В. Общая химия : учеб. пособие / С. В. Ткачев, В. В. Хрусталев. – Минск : Выш. шк., 2020. – 495 с.

**Дополнительная:**

3. Руководство к лабораторным занятиям по общей химии : учеб.-метод. пособие для студентов 1 курса лечеб. фак-та учреждений высш. мед. образования / Л. В. Чернышева [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2019. – 144 с.

4. Лабораторные работы по общей химии : практикум / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Белорус. гос. мед. ун-т, Каф. общей химии ; В. В. Хрусталев [и др.]. – Минск : БГМУ, 2019. – 35 с.

5. Коллоквиум по общей химии : сб. заданий / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Белорус. гос. мед. ун-т, Каф. общей химии ; В. В. Хрусталев [и др.]. – Минск : БГМУ, 2020. – 48 с.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться обучающимися на:

подготовку к лекциям и лабораторным занятиям;

подготовку к экзамену по учебной дисциплине;

проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;

решение задач;

выполнение исследовательских и творческих заданий;

подготовку тематических докладов, рефератов, презентаций;

выполнение практических заданий;

конспектирование учебной литературы;

составление обзора научной литературы по заданной теме;

изготовление макетов, лабораторно-учебных пособий;

составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников;

Основные формы организации управляемой самостоятельной работы:

написание и презентация реферата;

выступление с докладом;

изучение тем и проблем, не выносимых на лекционные и лабораторные занятия;

компьютеризированное тестирование;

изготовление дидактических материалов;

подготовка и участие в активных формах обучения.

Контроль управляемой самостоятельной работы может осуществляться на текущих, итоговых занятиях, экзаменах в виде:

контрольной работы;

итогового занятия, письменной работы, тестирования;

обсуждения рефератов;

защиты протокола лабораторного занятия;

оценки устного ответа на вопрос, сообщения, доклада или решения задачи на лабораторном занятии;

индивидуальной беседы;

итогового тестирования.

**ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

**Устная форма:**

собеседования;

доклады на лабораторных занятиях;

тесты действия;

устные ответы;

устный экзамен.

**Письменная форма:**

тесты;

контрольные работы;

письменные отчеты по лабораторным работам;

рефераты;

публикации статей, докладов;

оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

**Устно-письменная форма:**

отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой;

отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой;

отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;

экзамены;

оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

**Техническая форма:**

электронные тесты;

электронные практикумы;

визуальные лабораторные работы.

**ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ**

1. Приготовление раствора определенного объема с заданной массовой долей растворенного вещества.

2. Измерение pH в растворе с помощью потенциометрического метода.

3. Определение pH в изоэлектрической точке биополимера в водном растворе.

4. Подбор реактивов, химической посуды и оптимальной методики для проведения химического эксперимента.