

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования**
**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИББМ _____ Ведунова М.В.

«29 » августа 2019 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Физическая химия

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

30.05.01 Медицинская биохимия

Квалификация (степень)

Врач-биохимик

Форма обучения

Очная

Нижегород
2019 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физическая химия» относится к базовой части Блока 1 ОПОП по специальности **30.05.01 Медицинская биохимия**, является обязательной для освоения студентами на втором году обучения в 4 семестре.

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Общая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физика». Для усвоения дисциплины студент должен владеть химической терминологией, законами и концепцией химии, современными представлениями о строении вещества, свойствах химических элементов и их соединений, применение химических концепций, закономерностей и расчетов.

Целью освоения дисциплины «Физическая химия» является теоретическая и практическая подготовка студентов по фундаментальным основам физической, коллоидной химии и химии высокомолекулярных соединений, формирование естественнонаучного базиса их мировоззрения для использования этих знаний в процессе дальнейшего обучения и практике профессиональной деятельности.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций |
|--|---|
| <i>ОПК-5</i> - готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач (начальный этап формирования) | З (ОПК-5) Знать основы современных теорий в области физической и коллоидной химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач. У (ОПК-5) Уметь рассчитывать термодинамические параметры и важнейшие характеристики процессов, химических реакций, состояний химического и фазового равновесия для гомогенных и гетерогенных систем; применять знание основных физико-химических и коллоидных свойств растворов к биологическим системам и происходящим в них процессам. В (ОПК-5) Владеть методами исследования и приобрести экспериментальные навыки работы с оборудованием лаборатории физической и коллоидной химии. |

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 61 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (30 часов занятия лекционного типа, 30 часов лабораторные работы, 1 час мероприятия промежуточной аттестации), 47 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержания дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине | Всего (часы) | В том числе | | | |
|--|--------------|---|----------------------------|-------|---|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия лабораторного типа | Всего | |
| Тема 1 Задачи химической термодинамики. Первое начало термодинамики | 11 | 6 | | 6 | 5 |
| Тема 2 Второе начало термодинамики. Химическое равновесие | 10 | 4 | | 4 | 6 |
| Тема 3 Термодинамика растворов | 9 | 4 | | 4 | 5 |
| Коллоквиум по темам 1-3 | 9 | | 4 | 4 | 5 |
| Тема 4 Растворы электролитов | 10 | 5 | | 5 | 5 |
| Тема 5 Химическая кинетика, катализ | 15 | 4 | 6 | 10 | 5 |
| Тема 6 Основы коллоидной химии | 17 | 4 | 8 | 12 | 5 |
| Тема 7 Высокомолекулярные соединения | 17 | 3 | 8 | 11 | 6 |
| Коллоквиум по темам 4-7 | 9 | | 4 | 4 | 5 |
| В т.ч. промежуточный контроль | 1 | | | | |
| Промежуточная аттестация в форме зачёта | | | | | |
| Итого | 108 | | | 61 | 47 |

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках лабораторных занятий и проведения коллоквиумов. Промежуточная аттестация осуществляется на зачете.

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Задачи химической термодинамики. Первое начало термодинамики.

Основные понятия и определения. Первое начало термодинамики. Процессы равновесные, неравновесные, обратимые, необратимые. Энтальпия. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Термохимические уравнения. Реакции образования. Энтальпия образования. Стандартные условия. Расчет энтальпий химических реакций с помощью таблиц. Теплоемкость. Зависимость энтальпии реакции от температуры.

Тема 2. Второе начало термодинамики. Химическое равновесие.

Второе начало термодинамики. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Понятие энтропии, ее статистическое и термодинамическое определение. Формулировки второго начала термодинамики. Энтропия смешения газов. Расчет изменения энтропии в химических реакциях и при фазовых переходах. Правило Трутона. Функция Гиббса и функция Гельмгольца, их физический смысл. Понятие химического потенциала. Учение о химическом равновесии. Признаки химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Закон действующих масс. Константа равновесия K_p , K_c . Связь между константой равновесия и функцией Гиббса. Принцип Ле-Шателье–Брауна. Применение второго начала термодинамики к биологическим процессам.

Тема 3. Термодинамика растворов.

Определение понятия "раствор". Виды растворов. Причины образования. Роль сольватации. Влияние на взаимную растворимость химической природы веществ, агрегатного состояния, температуры, давления, присутствия других веществ. Способы выражения состава раствора. Растворимость газов в жидкости. Закон Генри. Уравнение Сеченова. Закон распределения Нернста. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Понижение давления паров (Закон Рауля). Эбулиоскопия и криоскопия. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Изотонические, гипертонические и гипотонические растворы. Роль осмоса в биологических системах.

Тема 4. Растворы электролитов.

Растворы электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Сольватация ионов. Степень диссоциации. Слабые и сильные электролиты. Константа диссоциации слабого электролита. Закон разведения Оствальда. Особенности коллигативных свойств растворов электролитов. Изотонический коэффициент. Диссоциация воды. Константа диссоциации и ионное произведение воды. Водородный показатель. Отклонение сильных электролитов от закона разведения. Современные представления о свойствах сильных электролитов. Понятие об активности электролитов и коэффициентах активности. Ионная сила раствора. Произведение растворимости.

Тема 5. Химическая кинетика.

Задачи химической кинетики. Скорость химической реакции, методы ее определения. Основной закон химической кинетики, константа скорости. Кинетический порядок и молекулярность реакций. Кинетические уравнения односторонних реакций нулевого, первого и второго порядков. Период полураспада. Влияние температуры на скорость химической реакции. Эмпирическое правило Вант-Гоффа. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Понятие о гомогенном и гетерогенном катализе. Катализаторы. Специфичность и избирательность катализаторов. Промоторы и каталитические яды. Представление о механизме действия катализаторов. Ферментативный катализ.

Тема 6. Основы коллоидной химии.

Степень дисперсности. Классификация дисперсных систем по дисперсности, агрегатному состоянию фаз, по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой. Получение коллоидно-дисперсных систем, их оптические свойства: опалесценция, эффект Фарадея–Тиндаля, окраска. Поверхностные явления на границе раздела фаз (адсорбция, хемосорбция, капиллярная конденсация). Поверхностная активность. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Классификация ПАВ. Биологические ПАВ (белки, липиды). Значение ПАВ. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Строение мицелл в гидрофобных коллоидных системах.

Устойчивость дисперсных систем. Коагуляция лиофобных золь. Использование коагуляции для очистки воды.

Тема 7. Высокомолекулярные соединения.

Особенности полимерного состояния вещества. Способы получения ВМС. Важнейшие представители полимеров. Молекулярная масса полимеров. Растворы ВМС. Набухание. Вязкость растворов ВМС. Особенности использования коллигативных свойств растворов для определения молекулярной массы полимера. Осмотическое давление растворов ВМС. Осмометрия как метод определения молекулярной массы полимеров. Мембранное равновесие Доннана. Амфотерные полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка. Высаливание белков.

3.2. Лабораторный практикум

| № | Номер раздела дисциплины | Наименование лабораторной работы |
|---|--------------------------|---|
| 1 | 5 | Изучение скорости химической реакции |
| 2 | 6 | Получение коллоидных растворов и определение размеров их частиц |
| 3 | 6 | Электрофорез |
| 4 | 7 | Изоэлектрическая точка полиамфолита |

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и лабораторных занятий.

Предусмотрены лекции-визуализации с проблемным изложением основных тем курса, которые входят в рабочую программу (представлены в таблице «Содержание дисциплины»). На лабораторных занятиях выполняются тематические лабораторные работы, на которых отрабатываются навыки получения коллоидных растворов, изучаются свойства дисперсных систем, скорости химической реакции, нахождения изоэлектрической точки белков.

Рекомендуемые образовательные технологии: рейтинговая технология, технология интегративного, проблемного, инновационного, личностно-ориентированного, дифференцированного, индивидуального, развивающего обучения и гуманистического образования. Не менее 30% лекций читаются с использованием мультимедийных средств обучения.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к устному опросу, контрольным работам и тестам, а также оформление научных рисунков в альбоме как отчета по соответствующим темам лабораторных работ.

Отчеты по лабораторным работам представляют собой отчетный документ о работе студента в течение семестра. Наличие отчетов, зачитанных преподавателем, ведущего лабораторные занятия, является необходимым условием допуска к сдаче зачета по дисциплине. Это также один из эффективных методов познания, так как именно в процессе написания отчета студент детально и вдумчиво анализирует полученные в ходе выполнения лабораторной работы результаты, проводит качественный и количественный

анализ, формулирует вывод о проделанной работе, что способствует лучшему усвоению материала, развивает у студентов внимание и наблюдательность.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Устный опрос
- Коллоквиум по темам разделов 1-3
- Коллоквиум по темам разделов 3-7
- Проверка отчетов по темам лабораторных занятий

Основу для самостоятельной подготовки студентов составляет **учебно-методические пособия:**

Копылова Н.А., Зайцев С.Д. Изучение скорости химической реакции: Практикум. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. – 19 с.;

Копылова Н.А. получение и электрические свойства дисперсных систем: Практикум. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. – 31 с.

Изоэлектрическая точка полиамфолита / Сост. О.Г. Замышляева. – Н.Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета, 2012. – 19 с.

Вопросы к устному опросу и коллоквиумам представлены в приведенных выше учебно-методических пособиях.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **зачета**.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, в которых участвует дисциплина «Физическая и коллоидная химия», приведены в таблице

ОПК-5 - готовность использовать основы физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач

| Индикаторы компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | «незачтено» | | «зачтено» | | | | |
| | «плохо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
| Знать основы современных теорий в области физической и коллоидной химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач | Отсутствие знаний материала | Наличие грубых ошибок в основном материале | Знание основного материала с рядом негрубых ошибок | Знание основного материала с рядом заметных погрешностей | Знание основного материала с незначительными погрешностями | Знание основного материала без ошибок и погрешностей | Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей |
| Уметь рассчитывать термодинамические | Полное отсутствие умения | Отсутствие умения рассчитывать | Умение рассчитывать | Умение рассчитывать | Умение рассчитывать | Умение без ошибок рассчитывать | Умение в совершенстве |

| | | | | | | | |
|---|----------|-----------|-----------|---------|-----------|----------|------|
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 21 – 49 % | 50 – 69 % | 70-79 % | 80 – 89 % | 90 – 99% | 100% |
|---|----------|-----------|-----------|---------|-----------|----------|------|

6.2 Описание шкал оценивания

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в устной форме в виде заданий теоретического курса. Студент должен дать полный и развернутый ответ.

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы на момент сдачи зачета, имеющие зачетный преподавателем, ведущим лабораторные занятия.

Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используется: ответ по билету на зачете.

| Оценка | Уровень подготовки |
|------------|--|
| Зачтено | Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта, хорошее знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета. Студент активно работал на лабораторных занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы*. |
| Не зачтено | Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет очень низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы. |

*информация предоставляется преподавателем, ведущим лабораторные занятия.

Оформление результатов лабораторных работ проводится в виде отчета.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- **письменные ответы** на вопросы коллоквиумов;
- **устные ответы на вопросы при фронтальном опросе** на лабораторных занятиях;
- **индивидуальный устный ответ** (допуск к лабораторной работе) по тематике лабораторного занятия;
- **устный ответ** на зачете.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- **практические контрольные задания** (ПКЗ), включающие выполнение одной или нескольких задач;
- **выполнение лабораторных работ** по данной дисциплине;
- **оформление отчетов** по темам лабораторных работ.

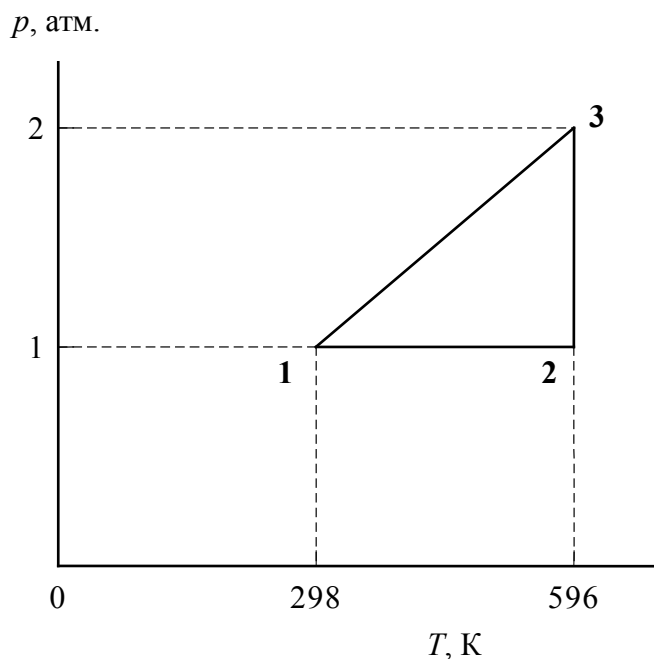
6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерный перечень вопросов (устный опрос, коллоквиум) для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-5:

1. Процессы равновесные, неравновесные, обратимые, необратимые.
2. Закон Гесса, следствия из закона Гесса.
3. Зависимость энтальпии реакции от температуры.
4. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Понятие энтропии, ее статистическое и термодинамическое определение.
5. Функция Гиббса и функция Гельмгольца, их физический смысл.
6. Признаки химического равновесия.
7. Причины образования.
8. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов.
9. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
10. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса.
11. Диссоциация воды. Константа диссоциации и ионное произведение воды. Водородный показатель.
12. Понятие об активности электролитов и коэффициентах активности.
13. Основной закон химической кинетики, константа скорости.
14. Кинетический порядок и молекулярность реакций.
15. Влияние температуры на скорость химической реакции.
16. Катализаторы. Специфичность и избирательность катализаторов.
17. Классификация дисперсных систем по дисперсности, агрегатному состоянию фаз, по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой.
18. Поверхностные явления на границе раздела фаз (адсорбция, хемосорбция, капиллярная конденсация)
19. Классификация ПАВ. Биологические ПАВ (белки, липиды). Значение ПАВ.
20. Устойчивость дисперсных систем. Коагуляция лиофобных зольей.
21. Способы получения ВМС.
22. Растворы ВМС. Набухание. Вязкость растворов ВМС.
23. Мембранное равновесие Доннана.

Примерный перечень заданий для оценки сформированности знаний компетенций ОПК-5:

1. Один моль одноатомного идеального одноатомного газа проведен через обратимый цикл, показанный на рисунке. Заполните пустые места в таблице, приведенной ниже.

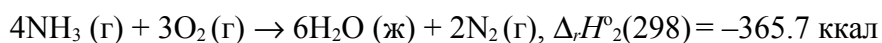
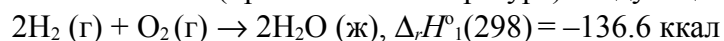


| Стадия | Характер процесса | q , кал | W , кал | ΔU , кал | ΔH , кал |
|--------------|-------------------|-----------|-----------|------------------|------------------|
| 1 → 2 | | | | | |
| 2 → 3 | | | | | |
| 3 → 1 | | | | | |
| Цикл | | | | | |

- Для реакции $A \rightarrow B$ изобразите кинетические кривые для реагентов А и В. По графику определите среднюю и мгновенную (истинную) скорости химической реакции. Укажите размерности скорости химической реакции.
- Приведите кинетическое уравнение закона действующих масс реакции $2A + B \rightarrow C$. Какие величины входят в это уравнение? Изобразите зависимость скорости реакции от времени.
- Золь AgI получен при добавлении 8 мл водного раствора KI концентрации 0.05 моль/л к 10 мл водного раствора $AgNO_3$ концентрации 0.02 моль/л. Напишите формулу мицеллы образовавшегося золя. Как заряжена частица золя?

Примерный перечень заданий для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-5:

- Рассчитайте стандартную энтальпию образования аммиака при 298 К, если известны стандартные энтальпии (при той же температуре) следующих реакций:



2. Чему равно изменение энтропии при нагревании 1 моль серебра от 25 до 225°C. Зависимость теплоемкости от температуры определяется следующим соотношением:

$$C_p(\text{Ag}, \kappa) = 5.73 + 1.263 \cdot 10^{-3} \cdot T - 0.06 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 \text{ кал/}(\text{моль} \cdot \text{K}).$$
3. Как изменится скорость прямой и обратной реакции

$$\text{A}_2(\text{г}) + 2\text{B}(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{AB}(\text{г}),$$
 если давление в реакционном сосуде увеличить в два раза?
4. При какой температуре реакция закончится за 15 мин., если при 15°C она идет 2 часа? Температурный коэффициент реакции равен 3.
5. Вещество А смешали с веществами В и С в равных концентрациях 1 моль/л. Через 1000 с осталось 50% вещества А. Сколько вещества А останется через 2000 с, если реакция имеет: а) нулевой, б) первый, в) второй, г) третий общий порядок?
6. Чему равен водородный показатель в 0.1 М растворе уксусной кислоты, если степень ее диссоциации равна 1% и в 0.1 М растворе соляной кислоты.
7. Золь BaSO_4 получен при добавлении 10 мл 0.05 М водного раствора Na_2SO_4 к 10 мл 0.1 М водного раствора BaCl_2 . Напишите формулу образовавшегося золя и определите заряд коллоидной частицы.

Примеры вопросов для зачета:

1. Термодинамика. Термодинамические системы. Классификация систем.
2. Параметры термодинамической системы. Термодинамические процессы.
3. Понятие о внутренней энергии, теплоте и работе. Математическое выражение первого закона термодинамики.
4. Первый закон термодинамики для изохорного и изобарного процесса. Понятие об энтальпии.
5. Тепловой эффект химической реакции, теплота образования химического вещества. Теплота сгорания химического вещества.
6. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него.
7. Энтропия. Направление химических реакций. Второе начало термодинамики.
8. Термодинамические потенциалы, определяющие самопроизвольное протекание реакций. Энергия Гесса.
9. Компонент, фаза, число термодинамических степеней свободы системы. Правило фаз Гиббса.
10. Однокомпонентные системы. Системы гомогенные и гетерогенные. Диаграмма состояния воды.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 29.12.2017 г. № 630-ОД.
2. Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Физическая химия»

1. Слесарев В. И. - Химия: основы химии живого: учеб. для студентов вузов, обучающихся по естественнонауч. направлениям и специальностям. - СПб.: Химиздат, 2015. - 784 с. (97 экземпляров в библиотеке ННГУ).

2. Глинка, Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 1: учебник для академического бакалавриата / Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. — 20-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 353 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/736D053E-E77C-4726-8CC5-F8E756E674A5>
3. Глинка, Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 2: учебник для академического бакалавриата / Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. — 20-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 379 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/EBE718FD-189B-494E-A633-DCA7F607FCC9>
4. Кудряшева, Н. С. Физическая и коллоидная химия : учебник и практикум для СПО / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 473 с. Режим доступа <https://biblio-online.ru/book/72CA68BF-9F1C-405D-9725-2CE497E5EEF8>

б) дополнительная литература:

1. Росин, И. В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 1. Общая химия: учебник для академического бакалавриата / И. В. Росин, Л. Д. Томина. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 426 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/20528962-9889-4766-A00D-AAFC77F6C8AF>
2. Росин, И. В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 2. Химия s-, d- и f- элементов: учебник для академического бакалавриата / И. В. Росин, Л. Д. Томина. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 492 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/9A9646C6-801A-4B29-A6A9-242FB884445C>
3. Росин, И. В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 3. Химия p-элементов: учебник для академического бакалавриата / И. В. Росин, Л. Д. Томина. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 436 с. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/6828ED4A-9939-432C-9B4D-E160E9348D3A>
4. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 1 : учебник для вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. — 10-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 215 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/71069235-761D-43CB-813C-E3E1FF3E2FA7>
5. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 2 : учебник для вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. — 10-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 360 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/D1023147-B5F3-4C9F-85FA-1E57F4C31AB7>

в) Интернет-ресурсы:

<https://biblio-online.ru/book/FA6B1E60-683F-4337-A54B-0F4C13F6998E>
<https://biblio-online.ru/book/438D46F8-02EF-4CC5-8694-EC5F73A46AEA>
<https://biblio-online.ru/book/65691366-A658-420B-A907-94EA957B4018>
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/korobov/welcome.html>
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloid.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся,

оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Для обучения студентов названной дисциплины имеются в наличии специальный кабинет с необходимым лабораторным оборудованием. Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума - лаборатория, оснащенная оборудованием: спектрофотометр ПЭ-5300В, циркуляционные термостаты LOIP LT-111Р, прибор Кена (для определения скорости электрофореза), микроскоп, установка для изучения скорости химических реакций волуметрическим методом.

Материально-техническое обеспечение лекционных и семинарских занятий: видеопроектор, ноутбук, переносной экран, проектор, доска.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по специальности **30.05.01 Медицинская биохимия**.

Авторы:

Доцент кафедры высокомолекулярных соединений
и коллоидной химии химического факультета, к.х.н.

_____ Копылова Н.А.

Рецензент:

Заведующий кафедрой физической химии
химического факультета, д.х.н.

_____ Маркин А.В.

Заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений
и коллоидной химии химического факультета, д.х.н.

_____ Зайцев С.Д.

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИББМ от 29 августа 2019 г., протокол № 1.