



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

(подпись)

Т.П. Кустова

« 01 » 09 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины
Высокомолекулярные соединения

Уровень высшего образования:	специалитет
Квалификация выпускника:	Химик. Преподаватель химии
Специальность:	04.05.01. Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль) образовательной программы:	Фундаментальная и прикладная химия



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Высокомолекулярные соединения» является знакомство обучающихся с основами науки о полимерах и ее важнейшими практическими приложениями, знание которых необходимо для подготовки бакалавров к научно-исследовательской работе и педагогической деятельности, связанной с использованием высокомолекулярных соединений в качестве участников химических процессов; а также для преподавания химических дисциплин.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Курс «Высокомолекулярные соединения» относится к базовой части образовательной программы и читается обучающимся после изучения ими дисциплин «Органическая химия» в 5-6 семестрах, «Физическая химия» в 4-5 семестрах, базируясь на полученных при их изучении знаниях (основы реакционной способности органических соединений, реакции полимеризации и конденсации; такие фундаментальные свойства вещества, как вязкость, проводимость, растворимость и сопутствующие физико-химические явления (прежде всего сольватация)). Поэтому студент, начинающий изучать дисциплину «Высокомолекулярные соединения» должен «освежить» свои знания по органической и физической химии, а преподаватель провести входной контроль остаточных знаний в любой приемлемой форме.

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные классы органических соединений, их химические свойства;

Уметь: проводить направленный поиск, анализировать и реферировать научную литературу, вырабатывать на основе ее рационального анализа свою точку зрения по вопросам учебных дисциплин и отстаивать ее во время дискуссии;

Иметь навыки работы в лаборатории органического синтеза, а также с современными компьютерными и информационно-коммуникационными технологиями.

Освоение данной дисциплины будет способствовать готовности студентов к прохождению производственной и преддипломной практик.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

ОПК-1 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности

ОПК-2 Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций

Знать: основы химии и особенности высокомолекулярных соединений, знать классификации полимеров и их важнейших представителей, о строении макромолекул и их поведении в растворах (ОПК-1);

структуру и основные физические свойства полимерных тел (ОПК-2)

методы безопасного обращения с полимерами и их растворами (ОПК-2);

название и назначение лабораторной посуды, применяемой для синтеза, очистки и идентификации веществ (ОПК-2);

Уметь: применять полученные знания об особенностях химических и физических свойств полимеров для решения теоретических и практических задач в области высокомолекулярных соединений (ОПК-1);

самостоятельно ставить задачу исследования в полимерных системах и выбирать оптимальные пути и методы решения подобных задач, а также обсуждать результаты, полученные при их решении; ориентироваться в современной литературе по высокомолекулярным соединениям и вести научную дискуссию по вопросам химии и физики полимеров (ОПК-1);



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

проводить стандартные измерения, используемые для изучения полимеров, а так же осуществлять с помощью известных формул и уравнений расчеты (например, молекулярной массы полимеров); пользоваться справочной литературой по высокомолекулярным соединениям (ОПК-2);

использовать лабораторную посуду, приемы и методы безопасной работы в лаборатории (ОПК-2); прогнозировать последствия своих действий с полимерами, их растворами и отходами при несоблюдении правил техники безопасной работы (ОПК-2);

Иметь: навыки выделения и утилизации полимерных материалов (ОПК-1);

навыки инструментальных исследований высокомолекулярных соединений с использованием оборудования химической лаборатории (ОПК-2);

навыки безопасного обращения с полимерами, их растворами и отходами (ОПК-2);

навыки самостоятельной работы с учебной и научной литературой по высокомолекулярным соединениям (ОПК-1);

навыки самостоятельной работы с справочной литературой (ОПК-2).

4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 академических часов).

4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотношенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем		Формы текущего контроля успеваемости
			Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Формы промежуточной аттестации
1.	Введение	7	2		
2.	Классификация полимеров	7	2	2	Отчет по выполнению лабораторной работы
3.	Синтез полимеров	7	12	18	Контрольная работа. Отчеты по выполнению лабораторных работ
4.	Химические свойства и химические превращения полимеров	7	12	14	Контрольная работа. Отчеты по выполнению лабораторных работ
5.	Физические свойства полимеров. Макромолекулы и их поведение в растворах	7	4	4	Отчет по выполнению лабораторной работы
6.	Полимерные тела	7	4	4	Контрольная работа. Отчет по выполнению лабораторных работ
7.	Химические волокна и пластические массы	7	6	6	Контрольная работа. Отчет по выполнению лабораторных работ
Итого за семестр:			42	48	Экзамен

4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

Введение



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР). Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул. Роль полимеров в живой природе, их значение как промышленных материалов (пластмассы, волокна и пленки, покрытия). Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях (полимерах). Место науки о полимерах как самостоятельной фундаментальной области знания среди других фундаментальных химических наук.

Классификация полимеров

Классификация полимеров в зависимости от происхождения, способа получения, химического состава и строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул. Природные и синтетические полимеры. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Линейные, разветвленные, лестничные и сшитые полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блоксополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Химическая классификация полимеров.

Синтез полимеров.

Классификация основных методов получения полимеров. Полимеризация. Реакционная способность мономеров и радикалов. Термодинамика полимеризации. Понятие о полимеризационно-деполимеризационном равновесии. Классификация цепных полимеризационных процессов. Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Виды инициирования, их достоинства и недостатки. Химическое инициирование, типы инициаторов. Окислительно-восстановительное инициирование. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. Понятие о квазистационарном состоянии. Вывод и анализ кинетического уравнения радикальной полимеризации. Влияние условий проведения полимеризации на скорость и степень полимеризации. Ингибирование полимеризации. Механизм ингибирования. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимеров. Способы проведения полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии.

Катионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в катионную полимеризацию. Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации. Влияние природы растворителя. Обрыв цепей при катионной полимеризации.

Анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в анионную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при анионной полимеризации. “Живые цепи”.

Понятие о стереоспецифической полимеризации. Атактические, изотактические, синдиотактические полимеры. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров. Катализаторы Циглера-Натта. Механизм стереоспецифической полимеризации.

Ступенчатая полимеризация. Полимеризация циклических соединений. Циклическая полимеризация. Полимеризация с образованием полимеров трехмерной структуры. Ионообменные смолы. Сополимеризация. Типы сополимеров. Радикальная сополимеризация. Способы синтеза привитых и блок-сополимеров.

Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Влияние строения исходных веществ на их способность к поликонденсации и свойства образующихся полимеров. Равновесная поликонденсация. Механизм равновесной поликонденсации. Кинетика поликонденсации. Влияние факторов на процесс равновесной поликонденсации. Проведение поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз. Способы проведения равновесной поликонденсации. Неравновесная поликонденсация. Способы проведения. Межфазная



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

поликонденсация. Основные закономерности межфазной поликонденсации. Недостатки. Поликонденсация в растворе. Трехмерная поликонденсация.

Химические свойства и химические превращения полимеров.

Особенности химических реакций в полимерах по сравнению с химическими свойствами низкомолекулярных соединений. Реакции деструкции и структурирования. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные реакции. Типы полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций. Примеры использования полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров.

Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Деструкция полимеров и ее механизм. Виды деструкции. Термическая, фотохимическая, радиационная, механическая, химическая, окислительная и биологическая деструкция. Принципы стабилизации полимеров.

Реакции структурирования. Химическое структурирование. Сшивание полимеров (вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол). Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий.

Макромолекулы и их поведение в растворах

Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия. Локальные конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереорегулярные макромолекулы. Конформация макромолекулы и конформационная изомерия. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы. Количественные характеристики гибкости макромолекул (среднее расстояние между концами цепи, радиус макромолекулы, статистический сегмент, персистентная длина). Свободносочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Функция распределения расстояний между концами свободносочлененной цепи (гауссовы клубки). Средние размеры макромолекулы с учетом постоянства валентных углов. Энергетические барьеры внутреннего вращения; понятие о природе тормозящего потенциала. Поворотные изомеры и гибкость реальных цепей. Связь гибкости (жесткости) макромолекул с их химическим строением: факторы, влияющие на гибкость реальных цепей.

Макромолекулы в растворах. Термодинамический критерий растворимости и доказательство термодинамической равновесности растворов. Фазовые диаграммы систем полимер – растворитель. Критические температуры растворения. Термодинамическое поведение макромолекул в растворе и его особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Уравнение состояния полимера в растворе. Второй вириальный коэффициент и θ -температура (θ -условия). Невозмущенные размеры макромолекулы в растворе и оценки гибкости.

Определение среднечисловой молекулярной массы из данных по осмотическому давлению растворов полимеров. Физико-химические основы фракционирования полимеров. Светорассеяние как метод определения средневесовой молекулярной массы полимеров.

Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Вязкость разбавленных растворов. Приведенная и характеристическая вязкость. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой и средними размерами макромолекул. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы. Ионизирующиеся макромолекулы (полиэлектролиты). Химические и физико-химические особенности поведения ионизирующихся макромолекул (поликислот, полиоснований и их солей). Количественные характеристики силы



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

поликислот и полиоснований. Кооперативные конформационные превращения ионизирующихся полипептидов в растворах. Амфотерные полиэлектролиты. Концентрированные растворы полимеров и гели. Ассоциация макромолекул в концентрированных растворах и структурообразование. Жидкокристаллическое состояние жесткоцепных полимеров.

Полимерные тела.

Структура и основные физические свойства полимерных тел. Особенности молекулярного строения полимеров и принципов упаковки макромолекул. Аморфные и кристаллические полимеры. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Температура кристаллизации и температура плавления. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров.

Три физических состояния аморфных полимеров. Термомеханические кривые. Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластических деформаций. Релаксационные явления в полимерах. Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Механизм вынужденно-эластической деформации. Хрупкость полимеров. Вязкотекучее состояние. Механизм вязкого течения. Кривые течения полимеров. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Пластификация полимеров. Правила объемных и молярных долей. Свойства кристаллических полимеров. Термомеханические кривые кристаллических и кристаллизующихся аморфных полимеров. Изотермы растяжения и молекулярный механизм “холодного течения” кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении. Долговечность полимерных материалов. Механизм разрушения полимеров. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия механических свойств. Способы ориентации. Принципы формирования ориентированных волокон и пленок из расплавов и растворов.

Химические волокна и пластические массы.

Мировое производство полимерных материалов. Химические волокна. Способы производства. Классификация. Пластмассы. Способы переработки полимеров в изделия. Синтетические каучуки.

Использование полимерных материалов в повседневной жизни человека. Экологические проблемы, связанные с использованием высокомолекулярных соединений. Переработка отходов полимерных материалов. Проблема «нанопластов».

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Высокомолекулярные соединения» используются следующие образовательные технологии:

- интерактивные технологии (беседы и дискуссии по узловым вопросам темы занятий и по осмыслению значимости применения современных средств оценки учебных достижений);
- ИКТ-технологии (подготовка сообщений и презентаций по предложенным вопросам, поиск источников информации в Интернете, работа с материалами, размещенными на сайтах и образовательных порталах);
- технология контекстного обучения (связь изучаемого материала с теорией и практикой профессиональной деятельности);
- технология дифференцированного подхода (по интересам студентов).

- рейтинговая (на основе положения о рейтинге для биолого-химического факультета) как основная технология оценки учебных достижений студентов по курсу.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: технологии смешанного обучения (использование



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

ЭИОС «Мой университет» при работе над черновиком реферата).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов заключается в подготовке к написанию контрольных работ и написанию и защите рефератов с презентацией по выбранной теме. Обеспечивается учебным пособием: Ключев М.В. Высокомолекулярные соединения. Курс лекций. Изд. «Иван.гос.ун-т». Иваново, 2008– 160 с. (находится на кафедре в электронном виде), кроме этого методический материал по обеспечению самостоятельной работы студентов приводится в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины в ЭИОС «Мой университет» (содержит график практических занятий, вопросы к контрольным работам и экзамену, требования к реферату и презентации).

7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

В рамках рейтинговой системы оценки знаний обучающихся биолого-химического факультета, обучающийся может набрать по данной дисциплине максимально 100 рейтинговых баллов.

Текущий контроль. В целом по курсу предусмотрено выполнение трех контрольных и 8 лабораторных работ. В течение каждой трети семестра студент обязан выполнить 1 контрольную работу и 2-3 лабораторные работы. Контрольные и лабораторные работы оцениваются. За каждую треть семестра студент может набрать 20 баллов, которые складываются из оценок за контрольную работу и отчеты по лабораторным работам. Итоговый контроль – экзамен. Для допуска к экзамену студент должен выполнить весь лабораторный практикум и набрать не менее 35 баллов из 60 возможных.

Экзамен (письменный) проводится в конце 7 семестра с целью проверки усвоения студентами курса. Билет состоит из 3 вопросов. Суммарный балл за экзамен – 40. Первый и второй вопросы экзаменационного билета – теоретические и оцениваются по 15 баллов. Третий вопрос – практический и заключается в классификации полимеров (в каждом билете свой полимер) всеми способами. Максимальная оценка – 10 баллов. Оценка на экзамене складывается из баллов, полученных за 3 вопроса. Минимальная сумма баллов на экзамене – 20.

Таким образом, общая оценка за предмет складывается из баллов, полученных на экзамене, и баллов, полученных в семестре. За сумму баллов 85 и более – «5» (отлично), от 70 до 84 – «4» (хорошо), от 55 до 69 – «3» (удовлетворительно).

Студенты, набравшие в семестре 55 и более баллов, могут получить в качестве приза 30 баллов и освобождаются от экзамена с оценкой «5» (отлично). Студенты, набравшие в семестре от 50 до 54 баллов, могут получить в качестве приза 20 баллов и освобождаются от экзамена с оценкой «4» (хорошо). Студенты, набравшие в семестре 45-49 баллов, могут получить в качестве приза 10 баллов и освобождаются от экзамена с оценкой «3» (удовлетворительно). Студенты, желающие повысить оценку, имеют право сдать экзамен, несмотря на освобождение. При этом вместо призовых баллов к баллам, полученным в семестре, добавляются баллы, полученные на экзамене.

Типовые варианты билетов для текущего контроля и экзамена представлены в фонде оценочных средств (Приложение 2).

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Закирова, Л.Ю. Химия и физика полимеров : учебное пособие / Л.Ю. Закирова, Ю.Н. Хакимуллин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

КНИТУ, 2012. - Ч. 1. Химия. - 156 с. : табл., схем. - ISBN 978-5-7882-1372-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258759>

2. What are polymers?: (Что такое полимеры?) : учебное пособие / Ю.Н. Зиятдинова, А.Н. Безруков, Э.Э. Валеева, Д.А. Романов ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Изд. 2-е, доп. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 120 с. : табл. - ISBN 978-5-7882-1428-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258762>

3. Механические свойства полимерных материалов : учебное пособие / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» ; сост. В.Н. Александров, М.Р. Гибадуллин, П.О. Сафронов и др. - Казань : Издательство КНИТУ, 2011. - 79 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1098-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258705>

4. Кузнецова, О.Н. Общая химическая технология полимеров : учебное пособие / О.Н. Кузнецова, С.Ю. Софьина ; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технологический университет». - Казань : КГТУ, 2010. - 137 с. : ил., табл., схем. - ISBN 978-5-7882-0939-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258949>

Дополнительная литература:

1. Давлетбаева, И.М. Химия и технология синтетического каучука : учебное пособие / И.М. Давлетбаева, Е.И. Григорьев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технологический университет». - Казань : КГТУ, 2010. - 114 с. : табл., схем. - ISBN 978-5-7882-0967-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258861>

2. Нанокompозиты на основе полиолефинов и каучуков со слоистыми силикатами : учебное пособие / Е.М. Готлиб, С.И. Вольфсон, С.В. Наумов и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : КНИТУ, 2011. - 104 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1263-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258771>

3. Стандартизация и сертификация полимеров и композитов на их основе : учебное пособие / Г.А. Кутырев, Т.Р. Дебердеев, С.С. Ахтямова, А.И. Ромашина ; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования Казанский государственный технологический университет. - Казань : Издательство КНИТУ, 2010. - 167 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-0947-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259014>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» <https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru;
<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Internet Explorer, Мой университет.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации.



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Автор рабочей программы дисциплины: профессор кафедры фундаментальной и прикладной химии, проф., д.х.н. Ключев М.В.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной и прикладной химии 30 августа 2023 г., протокол № 1.

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Согласовано:

Руководитель ОП _____ / _____

(подпись)