



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 Т.П. Кустова

29 августа 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Химическая технология

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 дисциплины является подготовка выпускника-химика, владеющего теоретическими основами химико-технологических процессов, имеющего общее представление о структуре химико-технологических систем, знающего типовые процессы химической технологии, понимающего взаимодействие химического производства и окружающей среды и умеющего применять полученные знания и умения в научно-исследовательской, научно-производственной и педагогической деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

Студент, приступающий к изучению дисциплины, должен обладать знаниями, умениями, навыками, полученными ранее в ходе изучения дисциплин: «Физика», «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия» «Информатика и информационные технологии в химии», «Расчеты в химии», «Техногенные системы и экологический риск».

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать:

базовые представления и законы общей и неорганической химии, аналитической и физической химии;

закономерности химического равновесия;

законы химической и диффузионной кинетики.

Уметь:

проводить лабораторный синтез химических продуктов;

выполнять количественный анализ химических веществ;

работать с компьютерными программами для математического моделирования (например, Mathcad).

Иметь:

практический опыт выполнения лабораторного химического эксперимента;

навыки работы с программами для математического моделирования.

Успешное освоение данной дисциплины будет способствовать готовности студентов к освоению дисциплин: «Высокомолекулярные соединения», «Основы биотехнологий», «Основы медицинской и фармацевтической химии», «Актуальные задачи современной химии» а также учебной ознакомительной химико-технологической практики.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

а) общепрофессиональные (ОПК):

ОПК-3 способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения;

ОПК-4 способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач;

б) профессиональные (ПК):



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

ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках;

ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- место химической технологии в науке и производстве, сущность и значимость профессии химика, перспективы развития ХТ, основные проблемы химических производств (ПК-1);
- основные понятия системного анализа, принципы физического и математического моделирования, подходы к решению задач синтеза и оптимизации химико-технологической системы (ОПК-4);
- показатели эффективности химического производства, основные пути повышения степени использования сырья, материалов и энергии (ПК-1, ПК-3);
- законы сохранения вещества и энергии, равновесия и переноса субстанций в процессах химической технологии (ОПК-4);
- основные понятия и закономерности гидравлических, теплообменных, массообменных процессов, их аппаратное оформление (ОПК-4);
- основные типы химических реакторов, применение закономерностей химической и диффузионной кинетики для математического моделирования реакторов (ОПК-4, ПК-1);
- основные принципы управления химико-технологическим процессом (ОПК-4);
- взаимосвязь эффективности химического производства с экологической безопасностью; принципы создания безотходных и малоотходных технологий (ПК-1);
- теоретические основы и основы технологии производства важнейших химических продуктов (ПК-1).

Уметь:

- проводить в лабораторных условиях на модельных установках химические и электрохимические процессы и анализировать результаты опытов (ОПК-4, ПК-1);
- проводить количественный анализ сырья и продуктов, составлять материальные и энергетические балансы изучаемого процесса и определять основные технологические показатели эффективности (ПК-1, ПК-3);
- составлять и анализировать элементарные математические модели типовых химико-технологических процессов средствами Mathcad (ОПК-1);
- применять на практике знание теоретических основ химических и физических процессов для анализа данных лабораторного и расчетного эксперимента (ОПК-4);
- сопоставлять эффективность альтернативных вариантов проведения ХТП (ПК-3);

Иметь:

- навыки применения компьютерной техники для проведения технологических расчетов и оформления отчетов по выполненным работам (ОПК-1);
- навыки самостоятельной работы на лабораторных модельных установках, способностью на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности (ПК-1);
- навыки обсуждения результатов лабораторного и расчетного эксперимента на основании



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

теоретических закономерностей химической технологии, анализа возникающих проблем и поиска путей их решения (ПК-1, ПК-3).

4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное 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 (в ак. часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения)
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Формы промежуточной аттестации
1.	Вводный. Введение в проблематику дисциплины, представление рабочей программы, осмысление требований к организации процесса обучения, самостоятельной работы и форм аттестации	6	2		Входная диагностика: тест с последующим обсуждением результатов.
2.	Раздел 1. Общие вопросы химической технологии	6	10	18 лабор. занятие	Контрольные работы Отчеты по лаб. раб.
3.	Раздел 2. Теоретические основы химической технологии	6	10	18 лабор. занятие	Контрольные работы Отчеты по лаб. раб.
4.	Раздел 3. Технология химических производств	6	14	18 лабор. занятие	Контрольные работы Отчеты по лаб. раб.
6.	Заключительный. Подведение и анализ промежуточных результатов освоения дисциплины	6		2 практ. занятие	
Итого за семестр:			34	56	Экзамен

4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

Раздел 1. Общие вопросы химической технологии

Химическая технология и моделирование – теоретическая база химической промышленности

Химическая технология – наука и способ производства. Предмет и задачи химической технологии. Масштабы использования и значение химических процессов в различных сферах производства. Уровень потребления материальных, энергетических и трудовых ресурсов. Необходимость создания новых эффективных, безопасных, экологически чистых ресурсо- и энергосберегающих производств. Химическая технология и моделирование – теоретическая база разработки новых процессов.

Химическое производство как сложная система

Основные понятия и принципы системного анализа. Этапы создания химико-технологической системы (ХТС). Структурная иерархия ХТС и физико-химической системы в реакторе. Модели ХТС. Представление о физическом и математическом моделировании.



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

Эффективность использования сырья, энергии и материалов в химико-технологическом процессе (ХТП).

Сырьевые проблемы химической технологии: масштабы производства химических продуктов, потребления сырья и производства отходов. Прогнозные данные о сырьевом обеспечении важнейших производств. Переработка вторичных материальных ресурсов.

Энергетика и химическая технология. Интегральные уравнения материального и энергетического балансов ХТС. Показатели эффективности использования сырья и энергии.

Основные направления повышения эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов. Комплексное использование сырья. Энерготехнологические схемы.

Химическая технология и материаловедение. Классификация материалов по составу, свойствам и функциональному назначению. Материалы как продукты химической технологии.

Функциональные материалы и конструкционные материалы в ХТП. Защита металлов и сплавов от коррозии. Значение новых материалов для интенсификации производственных процессов.

Раздел 2. Теоретические основы химической технологии

Макроскопическая теория физико-химических явлений – научная база химической технологии.

Классификация процессов, протекающих в ХТС и закономерностей их протекания. Закономерности переноса вещества, энергии и импульса.

Элементы механики газов и жидкостей.

Основные понятия гидравлики. Уравнение Бернулли. Расход и средняя скорость жидкости. Устройства для их измерения. Режимы движения реальной жидкости. Ламинарный режим. Механизм вязкого трения. Турбулентный поток. Значение закономерностей гидравлики для химической технологии.

Аппараты для перемещения жидкостей, сжатия и разрежения газов, осаждения и фильтрования: насосы, компрессоры, перемешивающие устройства, фильтры, центрифуги.

Тепловые процессы в химической технологии.

Способы распространения тепла: теплопроводность, конвекция, излучение. Теплоотдача и теплопередача. Промышленные способы нагревания и охлаждения.

Математическое моделирование процессов теплообмена. Коэффициенты теплопереноса. Представление о сложении термических сопротивлений и лимитирующем сопротивлении. Пути интенсификации теплообменных процессов.

Массообменные процессы в химической технологии.

Основные принципы процессов массообмена в системах Г-Ж., П-Ж, Ж-Ж, Г-Т и Ж-Т. Области применения различных методов разделения однородных смесей.

Равновесие в массообменных процессах. Константа равновесия, рабочая и равновесная линии, движущая сила. Кинетика процессов массообмена. Основное уравнение массопередачи. Сопротивлений. Пути интенсификации массообмена. Аппаратурное оформление процессов абсорбции и десорбции.

Теоретические основы и аппаратурное оформление дистилляции и ректификации. Моделирование стационарного процесса ректификации. Основные принципы мембранного разделения смесей. Оборудование мембранных процессов.

Химические реакторы.

Проблема масштабного перехода в химической технологии при реализации лабораторных исследований в промышленности. Основные типы реакторов и примеры их использования. Кинетическая модель реакции. Наблюдаемая скорость в гомогенной среде. Кинетика



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

гетерогенной реакции. Область протекания, модели процесса. Стадии гетерогенного взаимодействия. Аддитивность сопротивлений. Лимитирующая стадия.

Гетерогенно-каталитическая реакция. Эффективность использования внутренней поверхности катализатора. Моделирование химических реакторов.

Химико-технологический процесс как объект управления.

Раздел 3. Технология химических производств

Технология азота. Проблема фиксации атмосферного азота и ее значение в производстве удобрений. Структура современного производства аммиака: основные блоки и связи. Реализация принципа многостадийного химического преобразования сырья в продукты с варьированием вдоль траектории процесса температуры и давления, точек ввода реагентов и вывода продуктов, использования вспомогательных веществ – катализаторов, абсорбентов, адсорбентов). Организация теплообмена, направленная на утилизацию теплоты экзотермических стадий при проведении его экзотермических стадий (на примере производства азотводородной смеси).

Циркуляционная схема производства аммиака. Физико-химические основы выбора оптимальных условий. Профилирование температуры по высоте колонны синтеза. Утилизация продувочных газов. Производство разбавленной азотной кислоты. Физико-химические основы и аппаратное оформление процесса. Каталитическая очистка отходящих газов. Выбор оптимального варианта технологической схемы. Получение концентрированной азотной кислоты.

Производство нитрата аммония. Использование теплоты нейтрализации.

Производство карбамида.

Переработка фосфорсодержащего сырья. Виды фосфорсодержащего сырья. Выбор способа переработки в зависимости от состава и свойств сырья.

Современное состояние производства и потребления фосфора и фосфорных кислот. Экстракционная фосфорная кислота как основа производства удобрений. Производство фосфора и термической фосфорной кислоты.

Физико-химические основы разложения фосфатов минеральными кислотами. Диаграмма фазового равновесия в тройной системе $\text{CaSO}_4\text{-H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ – основа выбора метода переработки апатита. Дигидратный, полугидратный и ангидритный методы разложения. Состав и концентрация фосфорной кислоты в зависимости от способа переработки. Совершенствование аппаратного оформления процесса: переход от каскада реакторов перемешивания к лабиринтному экстрактору. Фильтрация и отмывка фосфогипса. Утилизация фтористых газов. Баланс по фтору в производстве фосфорной кислоты и удобрений.

Производство фосфорной кислоты и удобрений – основной потребитель серной кислоты. Виды сырья для производства серной кислоты. Фосфогипс как источник сырья. Возможность построения замкнутых циклов в производстве удобрений. Производство серной кислоты контактным методом.

Каталитические процессы нефтепереработки. Мировые запасы и дефицит нефти. Основные продукты нефтепереработки. Первичные и вторичные процессы нефтепереработки. Глубокая переработка нефти с использованием каталитических процессов – основа ресурсосбережения и получения высококачественных нефтепродуктов.

Каталитический крекинг: химические основы и целевые продукты. Сырье каталитического крекинга. Катализаторы крекинга – от природных глин до синтетических цеолитов. Роль алюмосиликатной матрицы. Регенерация катализатора. Эволюция аппаратного оформления каталитического крекинга: фильтрующий слой катализатора, взвешенный слой, движущийся слой зернистого катализатора, крекинг в лифт-реакторе.



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

Основные параметры современного процесса. Пути совершенствования каталитического крекинга. Другие каталитические процессы нефтепереработки: риформинг, платформинг и др.

Производство полиэтилена. Радикальная и ионная полимеризация этилена. Катализаторы ионной полимеризации. Полимеризация в газовой фазе, в растворе, в суспензии, преимущества и недостатки. Свойства полиэтилена: плотность, степень кристалличности, молекулярная масса.

Сырье для производства полиэтилена. Производство этилена. Подготовка сырья для производства полиэтилена.

Варианты технологических схем производства полиэтилена. Технологическая схема получения полиэтилена при высоком давлении. Получение полиэтилена при средних и низких давлениях. Сравнительный анализ способов производства полиэтилена. Технология переработки полиэтилена и области применения изделий из него. Химическая модификация полиэтилена. Экологические аспекты производства полиэтилена и изделий из него.

Электрохимическое производства. Теоретические основы электролиза растворов и расплавов хлоридов щелочных металлов. Баланс напряжения и расход энергии. Выход по току. Материальный баланс электролизера. Перенос в диафрагме и ионообменной мембране.

Типы промышленных электролизеров: диафрагменный и мембранный; с жидким ртутным катодом; реактор-разлагатель амальгамы; электролизер для электролиза расплавов.

Производство хлора и каустической соды: приготовление и очистка рассола; электролиз растворов и расплавов. Конденсация хлора, его хранение и транспортировка. Осушка и перекачка водорода. Выпарка и плавка каустической соды. Сравнительный анализ технологических схем. Экологические проблемы производства хлора и каустической соды.

Производство металлического алюминия. Электролит в производстве алюминия. Анодные и катодные реакции. Типы и конструкции электролизеров. Анодные и катодные материалы в производстве алюминия. Проблема малоизнашиваемого анода.

Электрохимические производства щелочных металлов. Экологические проблемы производства металлов.

5. Образовательные технологии

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

Используется технология проведения лабораторных работ в традиционной форме – на модельных установках, в сочетании с виртуальными лабораторными работами, включающими создание студентами простейших математических моделей процессов химической технологии, а также компьютерный эксперимент на базе составленных моделей. Некоторые математические модели (в частности, ректификации в насадочной колонне) студенты используют для проведения оптимизации процесса. При анализе результатов как лабораторного, так и виртуального эксперимента используются методы: работа в группе по 2-3 используются технологии развития критического мышления и проблемного обучения. Студенты проводят критический анализ и обобщение полученных данных, используя известные им закономерности химии и химической технологии, делают выводы об эффективности изучаемого процесса и решают проблемы, связанные с поиском путей повышения производительности установки и качества продукта.

Используется также традиционная технология обучения, заключающаяся в чтении лекций с презентациями. При текущем контроле знаний используется технология компьютерного или бланкового тестирования.

Для текущего и промежуточного контроля знаний студентов используется рейтинговая технология.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся



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

Самостоятельная работа студентов реализуется: а) в форме подготовки к защите лабораторных работ путем изучения соответствующих разделов курса, методических указаний и анализа на их основе результатов выполнения работы; б) при изучении теоретических разделов курса для подготовки к сдаче коллоквиумов и экзамена.

Самостоятельную работу студентов обеспечивают методические материалы к лекционному курсу и методические указания к практикуму, размещенные на сайте библиотеки ИвГУ, а также информационный ресурс в компьютерном классе факультета, содержащий презентации к лекциям, вопросы для подготовки к коллоквиумам и к экзамену, графики лекций, практикума, список рекомендуемой литературы и дополнительные материалы по ряду тем, содержащий ссылки на ЭБС. Методический материал по обеспечению самостоятельной работы студентов приводится в приложении 1 к РП.

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

В качестве оценочных средств для проведения текущего контроля выступают: контрольные тестирования (комплект тестовых заданий) и задания по практическим занятиям (лабораторные работы, практические работы по компьютерному моделированию). Для проведения итогового контроля – устный экзамен.

Оценка знаний студентов осуществляется в форме рейтингового контроля. Максимальная оценка по дисциплине составляет 100 баллов. В ходе текущего контроля успеваемости студент может набрать максимум 60 баллов, из них максимум 2 балла за каждую лабораторную работу (всего 28 балла), 3 либо 4 балла за каждое контрольное тестирование (всего 32 баллов). Оценка за лабораторную работу включает: 0,5 балла за качество выполнения учебного эксперимента, 0,5 балла за качество оформления отчета и 1 балл за защиту работы.

Допуск к экзамену получают студенты, полностью выполнившие лабораторный практикум, сдавшие все контрольные и набравшие не менее 35 рейтинговых баллов. Студенты, набравшие не менее 45 баллов имеют право на получение призовых баллов (45-49 + 10 баллов, 50-55 +20 баллов, 56-60 +30 баллов).

Экзаменационный ответ оценивается из расчета в 40 баллов, в соответствии с рейтинговой шкалой.

Критерии оценки ответа на вопросы экзаменационного билета

Показатели	Баллы
Ответ обладает четкостью и полнотой. Студент демонстрирует уверенное владение терминологией и отвечает на все дополнительные вопросы по теме обсуждения.	35-40
Ответ частично раскрывает предложенную для обсуждения тему. Приводимые в ответе понятия и схемы иллюстрируются примерами. Студент демонстрирует хорошее владение терминологией и отвечает на большинство дополнительных вопросов по теме обсуждения. <i>или</i> Ответ обладает четкостью и полнотой, но не все относящиеся к теме обсуждения понятия и схемы иллюстрируются примерами, или приведенные примеры содержат ошибки, или студент не может детально прокомментировать приведенные им примеры. <i>или</i> Ответ обладает полнотой. Приводимые в нем понятия и конструкции иллюстрируются примерами. Но студент затрудняется дать правильные ответы на дополнительные вопросы по теме обсуждения.	26-34



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

Ответ частично раскрывает предложенную для обсуждения тему (даны верные ответы на половину предложенных вопросов). Не все относящиеся к теме обсуждения понятия и конструкции иллюстрируются примерами или приведенные примеры содержат ошибки, или студент затрудняется прокомментировать приведенные им примеры. Студент демонстрирует слабое владение терминологией и отвечает на некоторые дополнительные вопросы по теме обсуждения.	25-20
Студент демонстрирует отсутствие знания и понимания по предложенной для обсуждения теме и не отвечает на дополнительные вопросы.	0-19

Итоговая оценка складывается из баллов, полученных в ходе текущего контроля и на экзамене. Критерии оценки: 50-69 баллов – «удовлетворительно», 70 – 84 баллов - «хорошо», 85 баллов и выше – «отлично».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А.Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-98704-471-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [/biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988)
2. Пугачев, В.М. Химическая технология : учебное пособие / В.М. Пугачев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - 108 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-1682-3 ; То же [Электронный ресурс]. [/biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278505](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278505).
3. Леонтьева, А.И. Общая химическая технология / А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - Ч. 1. - 108 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. [/biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277815](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277815).
4. Брянкин, К.В. Общая химическая технология : в 2-х ч. / К.В. Брянкин, А.И. Леонтьева, В.С. Орехов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - Ч. 2. - 172 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. [/biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277912](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277912)
5. Методические материалы к лекциям по химической технологии. Процессы и аппараты химической технологии, часть 1 / Сост. Калинина Н. В. - Изд-во "Иван. гос. ун-т", Иваново - 2012. - 55 с. http://lib.ivanovo.ac.ru/elib/dl/biology/metod/kalinina_2012_2.htm
6. Моделирование и анализ процессов химической технологии : практикум : / Иван. гос. ун-т ; сост. Н. В. Калинина, М. С. Федоров .— Иваново : ИвГУ, 2015. Ч. 1: Балансовые соотношения в химической технологии. Гидравлические процессы .— 2015 .— 50 с. <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew/91-biologiya-i-khimiya/uchebno-metodicheskie-izdaniya>
7. Моделирование и анализ процессов химической технологии : практикум : [в 2 ч.] / Иван. гос. ун-т ; сост. Н. В. Калинина, М. С. Федоров .— Иваново : ИвГУ, 2015. Ч. 2: Тепловые и массообменные процессы. Химическое взаимодействие .— 2015 .— 36 с .



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

<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew/91-biologiya-i-khimiya/uchebno-metodicheskie-izdaniya>

8. Технология важнейших химических производств : методические материалы к лекциям по химической технологии / Иван. гос. ун-т ; сост. Н. В. Калинина .— Иваново : ИвГУ, 2014. Ч. 2 .— 2014 .— 44 с : ил . http://lib.ivanovo.ac.ru/elib/dl/biology/metod/kalinina_2014_2.htm

9. Химическая технология : методические указания к лабораторным работам / Иван. гос. ун-т ; сост. Н. В. Калинина .— Иваново : ИвГУ, 2014 .— 53 с.
http://lib.ivanovo.ac.ru/elib/dl/biology/metod/kalinina_2014_1.htm

Дополнительная литература

1. Фролов, В.Ф. Методы расчёта процессов и аппаратов химической технологии: (примеры и задачи) : учебное пособие / В.Ф. Фролов, П.Г. Романков, О.М. Флисюк. - СПб. : Химиздат, 2010. - 544 с. - ISBN 978-5-93808-182-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98345>
2. Фролов, В.Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" : учебное пособие / В.Ф. Фролов. - СПб. : Химиздат, 2008. - 608 с. - ISBN 978-5-93808-158-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98347>
3. Филимонова, О.Н. Технологические расчеты производственных процессов: учебное пособие / О.Н. Филимонова, М.В. Енютина. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. - 116 с. - ISBN 978-5-89448-956-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142063>

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>

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, пакет программ MathCad (Демо-версия), тестовая оболочка «Экзаменатор 5.0» (Демо-версия).

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

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной



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

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: доцент кафедры фундаментальной и прикладной химии, кандидат химических наук Федоров М.С.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной и прикладной химии 29 августа 2024 г., протокол № 14.

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

Согласовано:

Руководитель ОП _____ / _____

(подпись)