Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.09.2023 13:22:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
декан факультета
химической технологии и биотехнологии
_____ / Белуков С.В. /
«_30_» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Общая химическая технология»

Направление подготовки специалистов

18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

Квалификация (степень) выпускника

Специалист

Форма обучения

Очная

Москва 2021 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Общая химическая технология» следует отнести:

- подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по направлению;
- формирование общепрофессиональных знаний и умений по данному направлению;
- целенаправленное применение базовых знаний в области теории катализа и каталитических процессов в профессиональной деятельности.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Общая химическая технология» следует отнести:

- развитие практических навыков по вопросам, связанным с применением основных теории катализа в практической деятельности.

Химическая технология - интегрирующая наука, базирующаяся на фундаментальных основах химии, физики, механики, математики, управления, экономики. Целями освоения дисциплины являются общее ознакомление с химическими производствами, рассмотрение общих проблем синтеза и анализа химических производств с целью создания высокоэффективных ресурсосберегающих производств.

В курсе «Общая химическая технология» дается общее представление о химическом производстве как химико-технологической системе, рассматриваются основные методы и приемы разработки эффективных химико-технологических систем, уделяется внимание проблемам сырья, энергии и водоподготовки в химической технологии. На примере некоторых конкретных химических производств предметно демонстрируются теоретические положения курса.

Основными методами исследования в ОХТ являются математическое моделирование химико-технологических процессов и химических аппаратов, опирающееся на закономерности химико-физических явлений, процессов массо- и теплопереноса, а также системный анализ технологических систем и взаимодействий элементов.

Изучение курса «Общая химическая технология» позволяет студентам овладеть теоретическими основами химической технологии и основными инженерными расчетами.

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина относится к базовым дисциплинам профиля и основана на результатах изучения дисциплин естественно - научного цикла, в том числе математики, физики, химических дисциплин, информатики

Для успешного усвоения дисциплины студент должен

знать:

- основные понятия общей, неорганической и физической химии: химическое равновесие, закон действующих масс, зависимость константы равновесия от температуры, скорость химической реакции, влияние температуры на скорость химической реакции, энергия активации;

- основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, математических методов решения профессиональных задач;

- основные закономерности гомогенных химических процессов, влияние условий проведения процесса на степень превращения сырья, выход продукта, способы их интенсификации;

уметь

- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей, неорганической и физической химии для решения профессиональных задач;

- использовать способы и приемы построения технологических схем на плоскости (чертежах);

- развивать инженерное мышление и эрудицию при анализе процесса в химическом реакторе и производстве в целом.

владеть:

-методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов;

- методами проведения физико-химических измерений.

Освоение данной дисциплины как предшествующей необходимо при изучении следующих дисциплин:

- Системы управления ХТП

- Безопасность жизнедеятельности

- Дипломное проектирование

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов	**Знать:** - основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; - методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; - методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; - основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства; - основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии. **Уметь:** - определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. - рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. - выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. - определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса. - применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов. **Владеть:** - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов; - методами управления химико-технологическими

		системами и методами регулирования химико-технологических процессов.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц **(144 академических часа,** из них **72** часа – самостоятельная работа студентов) в седьмом семестре. Структура и содержание дисциплины «Общая химическая технология» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

7 семестр:
Лекции – 2 час в неделю. Всего 36 часов.
Лабораторные работы – 2 часа в неделю. Всего 36 часов.
Форма контроля – экзамен.

Дисциплина «Общая химическая технология» изучается в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» на 7 семестре.

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1.Введение: основные определения и положения.

Химическая технология — наука об экономически, экологически и социально обоснованных способах и процессах переработки сырья с изменением его состава и свойств путем проведения химических и физико-химических превращений в предметы потребления и средства производства. Объект химической технологии - химическое производство.

Развитие химических производств и химической технологии. Межотраслевой характер химической технологии.

Химическое производство. Понятие о химическом производстве как о системе соединенных потоками машин и аппаратов, в которых осуществляется взаимосвязанные химические превращения и физические процессы переработки сырья в продукты.

Качественные и количественные показатели эффективности химического производства. Технологические показатели - степень превращения сырья, селективность процесса, выход продукта, расходные коэффициенты по сырью и энергии. Экономические показатели - производительность, мощность, себестоимость продукта, приведенные затраты, удельные капитальные затраты, производительность труда. Эксплуатационные показатели - надежность и безопасность функционирования системы, управляемость. Социальные показатели - экологическая чистота производства, степень автоматизации.

Методы химической технологии. Иерархическая организация процессов в химическом производстве - элементарный процесс, совокупность процессов в технологическом аппарате, химико-технологический процесс, химическое производство. Их определения.

Методологические основы химической технологии как науки - системный анализ сложных схем и взаимодействий их элементов.

Раздел 2. Теория химических процессов и химических реакторов

Химическое производство как функциональная единица промышленности и ее химических отраслей. Общие функции (многофункциональность) химического производства - получение продуктов, экономное использование сырья, материалов и энергии, экологическая безвредность, социальное совершенство.

Общая технологическая структура химического производства - собственно химическое производство - хранение сырья и продукции, транспорт, системы контроля и безопасности. Основные операции в химическом[1] производстве - подготовка сырья, химические и физико-химические превращения, выделение продуктов, обезвреживание и утилизация отходов, тепло- и энергообеспечение, водоподготовка, управление производством. Основные технологические компоненты - сырье, вспомогательные материалы, основной и дополнительный продукт, отходы, энергетические ресурсы, оборудование и приборы.

Химический процесс как единство химических реакций и процессов переноса теплоты, массы и импульса.

Требования, предъявляемые к химическим реакторам. Классификация химических реакторов.

Математические модели реакторов.

Реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме.

Температурные режимы работы реакторов. Тепловая устойчивость. Оптимальный температурный режим

Сравнение реакторов с различными гидродинамическими и температурными режимами.

Проведение химико-технологических процессов в реальных реакторах. Устойчивость работы реакторов. Реакторы для системы газ-жидкость, газ-твёрдое, твёрдое-жидкость, твёрдое-твёрдое, жидкость-жидкость и многофазные при некаталитических процессах. Каталитические реакторы. Свойства твёрдых катализаторов и их приготовление. Промышленный катализ.

Раздел 3. Химическое производство - химико-технологическая система (ХТС).

Структура ХТС. Химическое производство как химико-технологическая система. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы, - и их реализация в химическом производстве (процессы в аппаратах и машинах, потоки).

Элементы ХТС. Их классификация по виду процессов и назначение (механические, гидравлические, массообменные, тепловые, химические, элементы управления). Многофункциональные элементы.

Технологические связи элементов ХТС (потоки). Последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл).

Описание ХТС. Виды моделей ХТС – качественные (обобщенные) и количественные. Качественные модели – операционно-описательные модели, функциональные схемы, структурные схемы, операторные схемы, технологические схемы, количественные модели – символические (аналитические), топологические (графы), структурные блок-схемы, сетевые. Назначение, применение и взаимосвязь моделей.

Анализ и синтез ХТС.

Основные положения и определения. Системный подход при синтезе и анализе ХТС. Свойства ХТС как системы.

Анализ ХТС. Понятие, задачи и показатели результатов анализа ХТС технико-экономические показатели химического производства. Материальные и энергетические балансы. Анализ работоспособности ХТС. Появление в ХТС новых качественных свойств, не характерных для отдельных элементов: взаимосвязанность режимов элементов, различие оптимальности элемента одиночного и в системе, устойчивость и существование стационарных режимов.

Синтез ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Основные концепции синтез ХТС. Их содержание и способы реализации: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры.

Подсистемы химического производства.

Подсистема водоподготовки. Вода как сырье и вспомогательный компонент химического производства. Источники воды. Классификация загрязнений воды. Показатели качества воды и методы их определения. Промышленная водоподготовка: основные стадии и методы очистки воды от примесей. Организация водооборота на химическом предприятии.

Энергетическая подсистема ХТС. Потребление энергии на химическом предприятии. Общая характеристика и классификация энергетических ресурсов в химической технологии. Источники энергии в химическом производстве. Рациональное использование энергии. Вторичные энергетические ресурсы, их классификация. Энерготехнологическое комбинирование в химической технологии.

Сырьевая подсистема ХТС. Характеристика и классификация сырья. Вторичные материальные ресурсы. Методы обогащения жидкого, газообразного и твердого сырья химической промышленности. Флотационное обогащение минерального сырья. Показатели процесса обогащения.

Раздел 4. Промышленные химические производства.

Энергетические проблемы и переработка твердого, жидкого и газообразного топлива

Общие сведения о топливе. Классификация топливно-энергетических ресурсов. Технологические характеристики топлив. Современное состояние и перспективы энергетической проблемы. Химическая переработка твёрдого топлива. Полукоксование, газификация, гидрирование. Переработка жидкого и газообразного топлива (нефти и нефтепродуктов, природного и попутного газа). Водород. Основы энерготехнологии. Энерготехнологические схемы использования топлив.

Технология серной кислоты и минеральных солей

Свойства, применение и способы получения. Производство двуокиси серы. Контактный способ получения серной кислоты. Производство минеральных солей и удобрений.

Производство аммиака и азотной кислоты

Связанный азот и его значение, методы фиксации атмосферного азота. Получение азотводородной смеси для синтеза аммиака. Синтез аммиака. Производство азотной кислоты.

Синтезы на основе оксида углерода и водорода

Органический синтез углеводородов. Синтез метанола. Новые направления в развитии производства метанола.

При изучении технологии основных химических продуктов демонстрируется построение ХТС конкретных производств и организация процессов в химических реакторах, рассматриваются перспективные направления в создании малоотходного производства.

Рассмотрение конкретных химических производств рекомендуется проводить в следующем порядке:

- *народнохозяйственное значение, масштабы производства продукта, его назначение и потребление,*
- *Выбор сырья, химическая схема его переработки в конечный продукт и функциональная схема ХТС;*
- *построение и анализ функциональных подсистем на основе физико-химических основ процессов в них;*
- *аппаратурное решение отдельных узлов в рассматриваемом производстве, основные технологические параметры процессов;*
- *решение проблем экологической безопасности производства;*
- *реализация основных концепций построения высокоэффективной ХТС.*

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Общая химическая технология» и реализация компетентностного пдхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний в форме бланкового тестирования;

– проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Общая химическая технология» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Текущий контроль успеваемости проводятся по следующим критериям:

- защита результатов выполнения заданий домашних контрольных работ;
- выполнение контрольных работ.

Образцы домашних контрольных работ, тестовых заданий, контрольных работ для текущего контроля, вопросов для подготовки к экзамену, экзаменационных билетов, приведены в Приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-2	Способность использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-2 - Способность использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: - основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы хи-	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; - методы построения эмпирических (статистиче-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической техноло-	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;

мической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; - методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; - методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; - основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства; - основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической	методы их расчета; - методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; - методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; - основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства; - основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии.	ских) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; - методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; - основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства; - основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	гии, соответствующие аппараты и методы их расчета; - методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; - методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; - основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства; - основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии. Однако допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	- методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; - методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; - основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства; - основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии. Свободно оперирует приобретенными знаниями.

технологии.				
уметь: - определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. - рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. - выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. - определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рацио-	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет - определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. - рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. - выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. - определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса. - применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. - рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. - выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. - определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса. - применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. - рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. - выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. - определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. - рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. - выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. - определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса. - применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических про-

нальную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса. - применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов.	технологических процессов.	недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. .	процесса. - применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	цессов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов; - методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов; - методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов	Обучающийся владеет в неполном объеме - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов; - методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов; - методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов; - методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.2. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

6.2.1. Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Общая и неорганическая химия» (прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили лабораторные работы, выполнили домашние контрольные работы.)

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускается незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. Оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их, допуская при этом незначительные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, при этом допускает значительные ошибки, демонстрирует недостаточность владения навыками по ряду показателей.

Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология: Учебник для вузов. - М.: URSS, 2021, 528 с.

2. Лабораторный практикум по общей химической технологии: учебное пособие.

пособие/[В.А.Аверьянов] и др.; под редакцией Бескова В.С. - М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 279 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Бесков В.С. - Общая химическая технология: Учебник для вузов. — М.: ИКЦ "Академкнига", 2005. - 452 с.

2. Кунин Б.Т. и др. Расчет материальных балансов сложных химико-технологических систем: сборник задач/ Б.Т.Кунин., Г.И .Репкин, В.А. Исаева., Т.Р.Усачева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2010. -96 с.

3. Игнатенков В.И., Бесков В.С. - Примеры и задачи по общей химической технологии": Учеб. пособие для вузов. - М.: ИКЦ "Академкнига". 2005. -198с.

7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Internet-ресурсы:

1. http://www.issep.rssi.ru
2. http://www.nature.ru
3. http://www.sciencemag.org
4. http://www.biodat.ru
5. http://www.moseco.ru
6. http://www.informeco.ru
7. http://www.sci.aha.ru
8. http://www.zin.ru/BioDiv/index.html
9. http://www.seu.ru
10. http://www.ecoportal.ru
11. http://www.ecosistema.ru
12. http://www.unep.org
13. http://www.iucn.ru
14. http://naveki.ru/ - экологические портал, социальная экологическая сеть
15. http://www.artefact.lib.ru/ - электронная база
16. http://www.elibrary.ru/ - электронная база Эльзевир

7.5 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. http://www.iclschazter.org.
2. http:www.agroecology.org.
3. http://cordis Europa eu\fp7
4. http://www.ecolife.ru
5. http://ecoproduct.priroda.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционные аудитории, оборудованные для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, др. оборудование

Практическая часть курса (лабораторные работы) обеспечиваются экспериментальной лабораторией и компьютерами для выполнения интерактивных заданий.

На компьютерах могут проводиться лабораторные работы с использованием специализированных учебных программных комплексов и контрольно-обучающих программ.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой. Во время лекции студент должен вести краткий конспект. Дома самостоятельно работая с конспектом, студенту необходимо пометить материалы, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен найти ответы на вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самому не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Лабораторные работы составляют важнейшую часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Студент самостоятельно, пользуясь методическими рекомендациями, оформляет:

- заглавие, в котором указывается название лабораторной работы и ее порядковый номер;
- цель работы;
- оборудование и реактивы;
- содержание работы;
- порядок (последовательность) выполнения работы;
- правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);
- общие правила к оформлению лабораторной работы.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут.

При самостоятельной проработке домашних заданий и написания индивидуальных работ студентам рекомендуется пользоваться библиотечным фондом литературы (учебниками и периодическими изданиями), а также методическими указаниями по выполнению самостоятельных работ.

10. Методические рекомендации для преподавателя.

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый интерактивный подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе

которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение лабораторных занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Химия» необходимо продумать план их проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. При этом во всех частях лекции необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. В лекционных или практических необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки специалистов **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий».**

Программу составил:

профессор /Беренгартен М.Г./

Программа утверждена на заседании кафедры "Аппаратурное оформление и автоматизация технологических процессов " «27» ___08__ 2021 г., протокол № _09/20-21

И.о. Заведующего кафедрой
профессор /М.Г. Беренгартен/

Руководитель
образовательной программы / И.А. Кузнецова/

Приложение №1

Структура и содержание дисциплины **«Общая химическая технология»**
по специальности **18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**
Специализация «**Автоматизированное производство химических предприятий»**
(специалист)
очная форма обучения

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	КР	КП	РГР	Реф.	К/Р	Э	З
Введение. Основные определения и положения	7	1-3	8		8	12								
Теория химических процессов и реакторов	7	4-8	16		12	22						**1**		
Химическое производство – химико-технологическая система (ХТС)	7	9-12	8		8	22								
Промышленные химические производства	7	13-18	4		8	16		1						
Форма аттестации	7												**+**	
Всего часов по дисциплине			**36**		**36**	**72**		**1**				**1**	**+**	

И.о. Зав. кафедрой АОиАТП

/М.Г. Беренгартен/

Руководитель
образовательной программы /И.А. Кузнецова /

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Специальность: 18.05.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

ОП (специализация): «Автоматизированное производство химических предприятий»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:

проектная

.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Общая химическая технология»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Примерные варианты домашних контрольных работ

Образец тестовых заданий

Образец контрольной работы для рубежного контроля по курсу

Вопросы для подготовки к экзамену

Пример экзаменационного билета

Составитель:

Беренгартен Михаил Георгиевич

Москва, 2021

Таблица 1

- **ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

«Общая химическая технология»					
ФГОС ВО **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общепрофессиональные и профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства***	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-2	Способность использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов	**Знать:** - основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; - методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; - методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; - основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства; - основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и	лекции, самостоятельная работа, лабораторные работы	К/Р, Т.	**Базовый уровень** - воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень** - практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к курсовой работе

		нефтехимической технологии. **Уметь:** - определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. - рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. - выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. - определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса. - применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов. **Владеть:** - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов; - методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.			

*- Сокращения форм оценочных средств см. в Таблице 2.

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине «Общая химическая технология»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

Фонд оценочных средств

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

1. Какие подсистемы относятся к основным подсистемам химического производства?
2. Какие критерии относятся к технологическим критериям эффективности химического производства?
3. Понятие степени превращения реагента.
4. Понятие выхода продукта.
5. Понятие интегральной селективности процесса.
6. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для необратимых (обратимых) сложных (простых) реакций?
7. Что является элементом ХТС?
8. Классификация элементов ХТС.
9. Характеристика механических элементов ХТС.
10. Характеристика теплообменных элементов ХТС.
11. Характеристика реакционных элементов ХТС.
12. Характеристика элементов управления ХТС.
13. Укажите параллельный вид связи элементов ХТС.
14. Укажите разветвленный вид связи элементов ХТС.
15. Укажите последовательный вид связи элементов ХТС.
16. Характеристика рециклов.
17. Какой вид связи относится к замкнутым системам?
18. Классификация моделей ХТС.
19. Характеристика моделей ХТС. 2

0. Укажите технологический оператор межфазного массообмена, (теплообмена, смешения и др.).
21. Укажите принцип синтеза ХТС, используемый при разработке научных основ создания химического производства.
22. Что не относится к концепциям синтеза ХТС?
23. Какой прием не используется при синтезе ХТС для реализации концепции оптимального использования сырьевых ресурсов? (оптимального использования энергии; эффективного использования оборудования; минимизации отходов).
24. Методы обогащения твердого минерального сырья.
25. К какому виду энергетических ресурсов относится нефть? (газ, уголь, биомасса, энергия солнца, ветра и т.д.)?
26. К какому виду энергетических ресурсов относятся дымовые газы?
27. Какой источник энергии относится к возобновляемым (невозобновляемым) энергоресурсам?
28. Что относится к вторичным энергетическим ресурсам?
29. Анализ построения технологических схем производств, рассмотренных в лекционном курсе.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ по дисциплине «Общая химическая технология»

1. Технологические критерии оценки эффективности работы химического производства: селективность процесса получения продукта, расходные коэффициенты по сырью. Связь селективности со степенью превращения и выходом продукта.
2. Технологические критерии оценки эффективности работы химического производства: степень превращения реагента, выход продукта, связь между ними.
3. Экономические критерии оценки эффективности работы химического производства.
4. Эксплуатационные и социальные критерии оценки эффективности работы химического производства.
5. Понятие о химическом производстве. Подсистемы химического производства, их краткая характеристика.
6. Понятие о технологических компонентах химического производства.
7. Классификация моделей ХТС. Их краткая характеристика.
8. Задачи анализа, синтеза и оптимизации ХТС.
9. Технологические принципы создания ХТС и методы их реализации: рациональное использование сырья, эффективное использование оборудования.
10. Технологические принципы создания ХТС и методы их реализации: рациональное использование энергии.
11. Типы технологических связей в ХТС, их характеристика.
12. Структурная и операторная схемы ХТС.
13. Технологическая и функциональная схемы ХТС.
14. Классификация природного сырья. Вторичные материальные ресурсы.
15. Обогащение твердого минерального сырья (основные понятия).
16. Характеристика методов обогащения твердого минерального сырья: гравитационный, электромагнитный методы, грохочение.
17. Флотационный метод обогащения твердого минерального сырья.
18. Классификация топливно-энергетических ресурсов. Вторичные энергетические ресурсы.
19. Технологические схемы производств рассмотренные в лекционном курсе и анализ их построения.

Пример экзаменационного задания по дисциплине «Общая химическая технология»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств»

Дисциплина: **Общая химическая технология**

Образовательная программа «Автоматизированное производство химических предприятий»

Курс 4, семестр 7

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Технологические критерии оценки эффективности работы химического производства: селективность процесса получения продукта, расходные коэффициенты по сырью. Связь селективности со степенью превращения и выходом продукта.

2. Понятие о химическом производстве. Подсистемы химического производства, их краткая характеристика.

Руководитель образовательной программы _____ /И.А. Кузнецова/