

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор Технологического института

_____ Д.Л. Полушкин
« 24 » _____ марта _____ 20 22 г.

АННОТАЦИИ К РАБОЧИМ ПРОГРАММАМ ДИСЦИПЛИН

Направление

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и
аппараты

(наименование профиля образовательной программы)

Кафедра: Технологические процессы, аппараты и
техносферная безопасность

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой

подпись

Н.Ц. Гатапова
инициалы, фамилия

Тамбов 2022

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.01 «Международная профессиональная коммуникация»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	
ИД-1 (УК-4) знание иностранного языка на уровне, достаточном для решения профессиональных задач	знает основные модели построения устных и письменных высказываний для осуществления успешной коммуникации с целью решения профессиональных задач
ИД-2 (УК-4) умение выполнять технический перевод научно-технической литературы для решения задач профессиональной деятельности	использует навыки перевода научно-технической литературы с целью получения информации и решения задач профессиональной деятельности
ИД-3 (УК-4) владение навыками разговорной речи на одном из иностранных языков	отбирает и использует подходящие методы для осуществления устного делового общения на иностранном языке

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Зачет	1 семестр

Содержание дисциплины

Раздел 1. Профессиональная коммуникация.

Раздел 2. Научная коммуникация.

Раздел 3. Деловая коммуникация.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.02 «Деловое общение и профессиональная этика»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	
ИД-1 (УК-5) Знает закономерности и специфику развития различных культур, особенности межкультурного разнообразия общества в современных условиях	Знает основные закономерности и характерные особенности развития различных культур
	Знает специфичность межкультурного разнообразия общества в современных условиях
ИД-2 (УК-5) Умеет обеспечивать и поддерживать взаимопонимание между представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия	Умеет анализировать и учитывать разнообразие культур
	Умеет применять на практике навыки общения в мире культурного многообразия, создавая и поддерживая взаимопонимание между представителями разных национальностей
ИД-3 (УК-5) Владеет методами предупреждения и разрешения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации	Владеет методами предупреждения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации, учитывая особенности представителей отдельных общностей, имеющих социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
	Владеет способами и приемами предотвращения возможных конфликтных ситуаций, возникающих на почве социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Зачет	1 семестр

Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы деловой этики

Тема 1. Этика как наука. Сущность деловой этики, ее базовые документы

Закономерности и специфика развития различных культур, особенности межкультурного разнообразия общества в современных условиях. Фундаментальные трактаты о нравственности Аристотеля и Цицерона. Определение понятий: «этика», «мораль», «нравственность». Роль этики как науки в России. Понятие деловой этики, ее проблемы. Базовые документы деловой этики и задачи, которые они выполняют.

Тема 2. Этические принципы и нормы в деловом общении

Универсальные принципы деловой этики. Международные этические принципы бизнеса. Нормы деловой этики. Принципы этики деловых отношений. Взаимопонимание между представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия

Раздел 2. Профессиональная этика

Тема 1. Понятие, содержание и предмет профессиональной этики

Понятие профессиональной этики, ее предмет и содержание. Цели и задачи профессиональной деятельности, контролирование процесса работы, мотивация и концентрация усилий членов коллектива. Качества личности специалиста, необходимые для выполнения профессионального долга. Правовые и этические нормы поведения, предписывающие определенный тип нравственных отношений между людьми, необходимый для выполнения своей профессиональной деятельности и оценки ее последствий. Разновидности профессиональной этики. Правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.

Тема 2. Кодексы профессиональной этики

Разновидности кодексов профессиональной этики. Свойства профессиональных кодексов. Основы психологии личности (собственный психотип и акцентуацию характера для определения приоритетов собственной деятельности, оценка и корректировка личностных качеств). Социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия членов коллектива. Толерантное восприятие этих различий. Нормы поведения членов различных профессий.

Раздел 3. Деловое общение

Тема 1. Понятие «деловое общение»: определение, формы, виды, средства, стили

Определение, формы, виды, средства и стили делового общения. Прямое и косвенное деловое общение. Формы и виды устной и письменной коммуникации при изучении и разработке профессиональной документации. Стандартные формы письменного речевого поведения в профессиональной сфере. Материальное, когнитивное и деятельностное деловое общение. Официально-деловой стиль общения. Научный стиль общения. Публицистический и разговорно-бытовой стили общения. Владение коммуникативными нормами в профессиональной деятельности.

Тема 2. Вербальное деловое общение. Невербальное деловое общение. Этикетные нормы делового общения

Деловой разговор, совещания, заседания (анализ, проектирование и организация межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде для достижения поставленной цели). Переговоры: методы ведения и итоги (навыки деловой коммуникации, аргументированного изложения собственной точки зрения, ведения дискуссии и полемики). Публичное ораторское выступление. Отношения со средствами массовой информации: проведение пресс-конференций, презентаций, выставок. Язык мимики и жестов. Позы защиты, уверенности, раздумья, обмана, агрессии. Походка. Умение читать по лицам. Визитные карточки. Деловая переписка. Типы деловых писем. Резюме. Электронные средства связи. Компьютер. Интернет. Web-этикет. E-mail. Факс. Деловые подарки и сувениры. Чаевые. Порядок приветствий, представлений и знакомств. Телефонный этикет. Этикет мобильной связи. Этикет официальных мероприятий.

Раздел 4. Управленческое общение

Тема 1. Законы управленческого общения

Основы управления коллективом и создание благоприятного психологического климата с позиции достижения им общих целей и поставленных конкретных задач. Способы управления коллективом при решении им научно-исследовательских и научно-производственных работ. Методы повышения социальной мобильности. Директивные и демократические формы управленческого общения. Эффективное управленческое обще-

ние, закономерности общения и способы управления индивидом и группой. Первый и второй законы управленческого общения. Приемы формирования аттракции.

Тема 2. Тактика действий в конфликтных и кризисных ситуациях

Принципы общения между членами научного коллектива с целью поддержания хорошего социально-психологического климата, способствующего решению поставленных задач. Методы и навыки эффективного межкультурного взаимодействия. Виды конфликтов. Психологические особенности управления конфликтом в рабочей группе. Роль руководителя в разрешении организационных конфликтов. Действия по преодолению спорных ситуаций. Виды кризисов. Владение навыками поведения и принятия решений в нестандартных ситуациях.

Раздел 5. Имидж делового человека

Тема 1. Понятие «имидж», его психологическое содержание и виды

Терминология. Прототипы имиджа, носители имиджа. Цели формирования имиджа. Стратегии формирования имиджа. Организационные тактики и тактики воздействия. Психологические тактики воздействия на сознание. Теория ожиданий и мотиваций. Принципы развития личности с целью порождения у него способностей к креативной деятельности.

Тема 2. Принципы и технологии формирования профессионального имиджа человека. Принципы и технологии формирования индивидуального имиджа человека

Зависимость содержания имиджа от профессии и должности. Умение работать в коллективе, сопоставляя свои интересы с интересами коллектива в целом. Понятие имиджмейкерства. Специфическая одаренность имиджмейкеров. Секреты профессионализма. Риторическое оснащение имиджмейкера. Приоритетные задачи имиджмейкинга. Речевое воздействие на управление энергетического ресурса человека. Виды индивидуального имиджа: габитарный, овеществленный, вербальный, кинетический и средовой. Стили в одежде: классический, деловой, стиль Шанель. Обувь. Аксессуары: ювелирные украшения, очки, портфель/сумка, портмоне, зонт, мобильный телефон, ручка, зажигалка, часы. Ухоженность. Манера держаться. Одежда для приемов

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.03 «Нормативные основы и организация научно-исследовательской деятельности»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
ИД-1 (УК-1) Знание способов поиска, анализа и систематизации научно-технической информации в области энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов и аппаратов	Знает способы поиска, анализа и систематизации научно-технической информации в области энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов и аппаратов
ИД-2 (УК-1) Умение анализировать современные научные достижения, использовать системный подход при решении проблемных ситуаций	Умеет анализировать современные научные достижения, использовать системный подход при решении проблемных ситуаций
ИД-3 (УК-1) Умение вырабатывать стратегию и варианты решения научно-исследовательских задач	Умеет вырабатывать стратегию и варианты решения научно-исследовательских задач
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	
ИД-1 (УК-3) Знание методов эффективного руководства командой при выполнении проектов и научно-исследовательской работы	Знает методы эффективного руководства командой при выполнении проектов и научно-исследовательской работы
ИД-2 (УК-3) Умение анализировать и организовать межличностные коммуникации в команде	Умеет анализировать и организовать межличностные коммуникации в команде
ИД-3 (УК-3) Умение разрабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели при решении профессиональных задач	Умеет разрабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели при решении профессиональных задач
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	
ИД-1 (УК-6) Умение использовать творческий потенциал в рамках профессиональной деятельности	Умеет использовать творческий потенциал в рамках профессиональной деятельности
ИД-2 (УК-6) Умение объективно оценивать свой профессиональный уровень и осознавать необходимость саморазвития	Умеет объективно оценивать свой профессиональный уровень и осознавать необходимость саморазвития

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
профессиональный уровень и осознавать необходимость саморазвития	
ИД-3 (УК-6) Владение навыками решения нестандартных и творческих задач	Владеет навыками решения нестандартных и творческих задач
ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи на основе фундаментальных знаний в нефтегазовой области	
ИД-1 (ОПК-1) Знание методов организации научно-исследовательских работ	Знает методы организации научно-исследовательских работ
ИД-2 (ОПК-1) Знание области практического применения изучаемых объектов профессиональной деятельности, основные методы исследования, применяемые в исследуемых областях	Знает область практического применения изучаемых объектов профессиональной деятельности, основные методы исследования, применяемые в исследуемых областях
ИД-3 (ОПК-1) Умение формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго-ресурсосбережения	Умеет формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго-ресурсосбережения
ИД-4 (ОПК-1) Умение планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, статистическую обработку результатов и осуществлять их корректную интерпретацию	Умеет планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, статистическую обработку результатов и осуществлять их корректную интерпретацию

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Экзамен	1 семестр

Содержание дисциплины

Тема 1. Методологические основы научного познания и творчества.

Теоретические и экспериментальные исследования: сущность, методы, применение в исследованиях технологических процессов и аппаратов. Основные этапы развития науки в области процессов и аппаратов химической технологии.

Тема 2. Научно-техническая информация: способы обобщения и анализа для постановки научно-исследовательских работ.

Справочно-информационные фонды и справочно-поисковый аппарат. Библиография и периодические издания по тематике исследования. Государственная система научно-

технической информации. Библиографические списки к научно-техническим отчетам и диссертационным работам с учетом требований ГОСТ.

Тема 3. Экспериментальное исследование и его использование в процессах и аппаратах химической технологии.

Задача эксперимента и его виды. Стратегия и тактика эксперимента. Измерительная информация (экспериментальные данные), их роль в процессе познания. Обработка и анализ экспериментальных данных. Применение вычислительной техники в научных исследованиях.

Тема 4. Планирование эксперимента.

Общая характеристика проблемы планирования эксперимента. Характеристика объектов исследования и задачи, решаемые с использованием методов планирования эксперимента. Теоретические предпосылки построения математических моделей и критерии оптимальности планов. Планирование, обработка и анализ данных полного факторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент.

Тема 5. Экспериментальная техника и обработка экспериментальных данных.

Предварительная обработка результатов измерений. Сглаживание экспериментальных данных. Обработка результатов прямых измерений (с однократным наблюдением, с многократным наблюдением, неравноточные измерения). Обработка результатов косвенных измерений. Представление результатов эксперимента.

Аппроксимация экспериментальных данных и статистический анализ корреляционных зависимостей.

Тема 6. Физическое моделирование в технологических процессах и аппаратах.

Правила обеспечения подобия в модели и в образце. Примеры моделирования. Примеры “несовместности” критериев при физическом моделировании. Специальное, приближенное и последовательное физическое моделирование. Подобие и масштабный переход.

Тема 7. Научно-техническое творчество и его роль в профессиональной деятельности.

Факторы, определяющие эффективность творчества. Основные вопросы психологии творчества. Связь отдельных этапов творчества с индивидуальными чертами творческой личности. Методы интенсивного творчества. Методы поиска идей: мозговой штурм, синектика, ликвидация тупиковых ситуаций и пр. Классификация изобретательских задач. Противоречия и их разрешение. Законы развития технических систем. Вепольный анализ, виды веполей и методы их преобразования. Тактика решения задач с использованием алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ). Идеальный конечный результат и способы его достижения. Таблицы применения физических эффектов, явлений и технических приемов

Тема 8. Виды технических решений и их признаки.

Новизна, существенные отличия, положительный эффект. Объекты изобретения. Объекты, не признаваемые изобретениями. Патентная документация и информация, их поиск. Классификация изобретений. Изобретение как объект интеллектуальной собственности. Правовая охрана и реализация российских изобретений за рубежом.

Тема 9. Типовая структура научного исследования в процессах и аппаратах химической технологии.

План НИР (в том числе, магистерской диссертации). Характеристика основных этапов работы. Формулирование цели и задач работы. Содержание и требования к оформлению публикаций, научно-технических отчетов, авторефератов и диссертаций.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.04 «Теория и техника физического моделирования и эксперимента»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	
ИД-1 (ОПК-2) Знание методов и техники измерений основных технологических параметров	Знает физические величины, их единицы и измерения. Классификация измерений Принципы, методы и методики измерений. Измерение как информационный процесс.
ИД-2 (ОПК-2) Умение оценивать погрешности измерений, обрабатывать и анализировать экспериментальные данные	Умеет использовать физический эксперимент как метод научного познания, качественный и количественный эксперимент, прямой и модельный эксперимент, промышленный эксперимент, активный и пассивный эксперимент, измерения в экспериментальных исследованиях.
	Знает способы решения конкретных технологических задач.
ИД-3 (ОПК-2) Знание теории подобия и техники физического моделирования и эксперимента	Умеет обрабатывать результаты косвенных измерений; обрабатывать экспериментальные данные при совместных измерениях; представление результатов эксперимента.
	Знает способы обработки экспериментальных данных и представление результатов эксперимента.
ИД-4 (ОПК-2) Владение навыками проведения экспериментов и испытаний с использованием современного лабораторного оборудования	Владеет навыками применять на практике анализ состава газов; химические, тепловые, оптические газоанализаторы; хроматографические газоанализаторы.
	Умеет сглаживать экспериментальные данные.
	Знает элементы теории вероятностей и математической статистики в задачах обработки результатов измерений.

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Экзамен	2 семестр

Содержание дисциплины

Раздел 1. Общие сведения.

Тема 1. Физический эксперимент как метод научного познания. Качественный и количественный эксперимент. Прямой и модельный эксперимент. Промышленный эксперимент. Активный и пассивный эксперимент. Измерения в экспериментальных исследованиях.

Тема 2. Общие сведения об измерениях. Физические величины, их единицы и измерения. Классификация измерений. Принципы, методы и методики измерений. Измерение как информационный процесс.

Тема 3. Погрешности измерений и их оценка. Абсолютная и относительная погрешность измерений. Систематическая и случайная погрешность измерений. Оценка и учет случайных погрешностей.

Тема 4. Средства измерений. Структура средств измерений. Метрологические характеристики. Оценка погрешностей при измерениях. Влияние условий измерения на погрешности средств измерений.

Раздел 2. Элементы теории вероятностей и математической статистики в задачах обработки результатов измерений.

Тема 5. Случайные события и вероятность. Формула полной вероятности и формула Байеса. Принцип игнорирования маловероятных событий. Некоторые законы распределения непрерывной случайной величины. Характеристики случайных величин.

Тема 6. Статистические оценки и статистическая проверка гипотез. Выборочный метод в математической статистике. Свойства статистических оценок. Статистические характеристики выборки как оценки параметров распределения. Интервальные оценки параметров распределения. Статистическая проверка гипотез о среднем значении, о законе распределения, со сравнением дисперсий.

Тема 7. Аппроксимация экспериментальных данных и статистический анализ корреляционных зависимостей. Линейная регрессия и корреляция. Доверительные оценки коэффициента корреляции. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия.

Раздел 3. Подготовка и проведение измерительного эксперимента.

Тема 8. Подготовка и выполнения измерений. Постановка задачи измерений. Обеспечение необходимых условий для измерений. Выбор метода, средств и числа измерений. Разработка методики выполнения измерений и оценка результирующей погрешности.

Тема 9. Обработка экспериментальных данных и представление результатов эксперимента. Предварительная обработка результатов измерений. Сглаживание экспериментальных данных. Обработка результатов прямых измерений (с однократным наблюдением, с многократным наблюдением, неравноточные измерения). Обработка результатов косвенных измерений. Обработка экспериментальных данных при совместных измерениях. Представление результатов эксперимента.

Раздел 4. Планирование многофакторного эксперимента.

Тема 10. Общая характеристика проблемы планирования эксперимента. Характеристика объектов исследования и задачи, решаемые с использованием методов планирования эксперимента. Теоретические предпосылки построения математических моделей и критерии оптимальности планов.

Тема 11. Планирование, обработка и анализ данных полного факторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Планирование экстремальных экспериментов (метод Гаусса-Зейделя, метод градиента, метод крутого восхождения, симплексный метод).

Раздел 5. Теория подобия и физическое моделирование.

Тема 12. Теория подобия. 1, 2, 3-я теоремы подобия. π -теорема анализа размерностей. Получение критериев подобия из дифференциальных уравнений методом операции приведения дифференциальных уравнений. Критерии гидромеханического подобия. Анализ размерностей физических величин. Получение критериев подобия методом анализа размерностей (Рэля-Павлушенко). Достоинства и недостатки получения критериев методами анализа размерностей и методом операции приведения дифференциальных уравнений.

Тема 13. Структура критериальных уравнений. Определяемые и определяющие критерии (числа подобия). Определяющие размеры, скорости, температуры, концентрации. Параметрические критерии (симплексы). Дополнительные и производные критерии подобия. Комбинированные и групповые критерии подобия. Критерии подобия - аналоги. Группы аналогичных критериев. Получение явного вида критериальных уравнений обработкой экспериментальных данных. Графическая обработка. Выявление выбросов и границ режимов.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.05 «Принципы энерго- и ресурсосбережения»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	
ИД-2 (ОПК-3) Знание основных видов энергоресурсов, технологических нормативов, норм экологической безопасности производства	знает основные виды энергоресурсов, технологические нормативы, нормы экологической безопасности производства
ИД-3 (ОПК-3) Знание показателей эффективности, принципов и методов энерго- и ресурсосбережения	знает показатели эффективности, принципы и методы энерго- и ресурсосбережения

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Экзамен	1 семестр

Содержание дисциплины

Тема 1. Основы инженерно-экономической оптимизации теплоиспользующего оборудования

Основные способы переноса тепла. Основы расчета теплообменных процессов и оборудования. Основные понятия инженерно-экономической оптимизации. Пример оптимизации теплообменника.

Тема 2. Особенности оптимизации теплоиспользующего оборудования

Поверхностные теплообменники. Аппараты с нагревом насыщенным водяным паром. Теплообменники смешения. Нагрев острым паром. Теплообменники регенераторы.

Тема 3. Способы нагрева – охлаждения. Промышленные теплоносители и хладагенты

Промышленные способы нагрева – охлаждения. Промышленные теплоносители и хладагенты. Требования к теплоносителям и хладагентам. Сравнение и выбор оптимального способа нагрева – охлаждения.

Тема 4. Энергосбережение в процессах получения холода

Основы получения холода. Цикл Карно. T-S, P-I диаграммы. Построение циклов. Сжижение газов.

Тема 5. Энергосбережение в процессах выпаривания

Многокорпусные выпарные установки. Энергосбережение. Теплоутилизация. Предельное и оптимальное число корпусов. Выпарные аппараты и дистилляторы с тепловым насосом.

Тема 6. Тепловая изоляция

Цели и способы тепловой изоляции. Тепловая изоляция и энергосбережение с помощью паровой рубашки. Расчет и оптимизация тепловой изоляции. Специальные случаи тепловой изоляции.

Тема 7. Основные виды энерго-технологического обеспечения предприятий химической и родственных отраслей

Пароснабжение. Водоснабжение. Холодоснабжение. Топливоснабжение. Высоко-температурный нагрев. Воздухоснабжение.

Тема 8. Основные энергоемкие процессы и аппараты и пути энергосбережения

Перемещение жидкостей и газов. Сжатие газов. Процессы фильтрования. Перемешивание жидкостей. Энергосбережение в диффузионных процессах. Способы улучшения качества разделения в массообменных процессах.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.06 «Процессы и аппараты защиты окружающей среды»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	
ИД-2 (ОПК-3) Знание основных видов энергоресурсов, технологических нормативов, норм экологической безопасности производства	Использует стандартные методики для нахождения технического решения задачи защиты окружающей среды
	Решает задачи защиты окружающей среды с учетом комплексного использования сырья
	Указывает возможности замены дефицитных материалов
ИД-5 (ОПК-3) Знание основных видов промышленных отходов, технологий и оборудования для их утилизации	Формулирует основные виды промышленных отходов
	Воспроизводит технологии утилизации
ИД-6 (ОПК-3) Владение методами расчета и проектирования процессов и аппаратов защиты окружающей	Формулирует нормы экологической безопасности производства
	Анализирует поставленную задачу с точки зрения защиты окружающей среды
	Применяет на практике методы расчета и проектирования процессов и аппаратов защиты окружающей среды
	Указывает возможные пути решения задачи защиты окружающей среды

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Зачет	1 семестр

Содержание дисциплины

Тема 1. <Обобщенные показатели качества окружающей среды>

<Современные показатели качества окружающей среды, методы свертки экологической информации>

Тема 2. <Моделирование урбанизированных экосистем и комплексная оценка качества окружающей среды>

<Общие принципы моделирования, выбор модели урбанизированной экосистемы, комплексная оценка качества окружающей среды>

Тема 3. <Новые показатели качества окружающей среды>

<Рекомендации международных и европейских организаций по использованию индикаторов как новых показателей качества окружающей среды, определение понятия индикатора экодинамики>

Тема 4. <Научно-методические принципы построения экологического мониторинга и управления качеством окружающей среды>

<Принципы построения экологического мониторинга, химическое загрязнение, порядок проведения сводных расчетов>

Тема 5. <Оценка экологической опасности и риска>

<Современные подходы к определению, анализу и оценке экологического риска, количественные методы оценки техногенных воздействий на окружающую среду, методы оценки экологической опасности и риска>

Тема 6. <Экономические принципы обеспечения экологической безопасности>

<обеспечение экологической безопасности через энерго- и ресурсосбережение, экологизация экономики, развитие эколого-ориентированных производств, экономические методы природоохранного управления и особенности их использования в России>

Тема 7. <Оценка качества окружающей среды>

<Анализ факторов, определяющих качество окружающей городской среды, экологические проблемы мегаполисов>

Тема 8. <Системы природоохранного управления>

<принципы природоохранного управления, методы управления качеством окружающей природной среды, экологическая сертификация, оценка воздействия намечаемой промышленной деятельности на окружающую среду в российской Федерации>

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.07 «Технология и оборудование отрасли»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	
ИД-1 (ОПК-3) Знание технологических основ, принципов организации химических и смежных производств и их аппаратно-технологического оформления	перечисляет технологии и принципы организации химических и смежных производств
	ориентируется в аппаратно-технологическом оформлении химических и смежных производств
ИД-4 (ОПК-3) Умение рассчитывать и выбирать оборудование и технологическую оснастку химических, нефтехимических и биотехнологических производств	анализирует технологический процесс с позиций энерго- и ресурсосбережения
	выбирает исходное сырье и материалы для производства химических, нефтехимических продуктов
ИД-7 (ОПК-3) Владение навыками оценки технологий, процессов и оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения и выбора рациональной схемы производства	делает материально-технические и энергетические расчеты существующих и проектируемых технологических производств
	определяет характеристики технологических процессов
	рассчитывает параметры для конкретного технологического процесса
	рассчитывает выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса

Объем дисциплины составляет 10 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Экзамен	2 семестр
Защита КР	3 семестр

Содержание дисциплины

Раздел 1. Предмет и состав курса.

Тема 1. Предмет курса. Задачи курса. Литература.

Состав проектно-расчетных работ и исследовательских работ по технологии и оборудованию отрасли. Состав дипломного проекта (работы, диссертации).

Тема 2. Разновидности и составляющие части проектно-расчетных работ по ПАХТ.

Предпроектные работы и документация. Техническое предложение, технические условия, техническое задание. Технологический регламент. Эскизный, технический, рабочий проект. Состав расчетно-пояснительной записки (РПЗ). Примеры.

Тема 3. Основные виды конструкторской документации. ЕСКД.

Технологические схемы, общие виды установок, строительные чертежи.

Схемы КИП и А, алгоритмы и схемы контроля, управления, блокировок. Особенности. Общие виды аппаратов, состав чертежей и приводимых сведений. Спецификации, ведомости. Нормативные материалы, ГОСТы, нормали. Каталоги, опросные листы. Прейскуранты, прайс-листы, договора о поставке.

Раздел 2. Технологии и оборудование производства резинотехнических и полимерных материалов.

Тема 1. Технология переработки полимерных материалов.

Технология производства изделий методом экструзии. Технология соэкструзии. Технология изготовления пустотелых изделий из экструзионных и литьевых заготовок. Технология переработки полимерных материалов методом прессования. Технология переработки полимерных материалов методом литья под давлением. Рекомендации по переработке различных видов ненаполненных, волокно-дисперснонаполненных и окрашенных термопластов.

Тема 2. Оборудование для переработки полимерных материалов.

Валковые машины. Червячные машины. Прессы.

Раздел 3. Технология и оборудование спиртовых производств.

Тема 1. Способы получения этанола. Сырье и принципы технологий.

Сорта этилового спирта. Пищевой спирт, технический спирт, топливный этанол. Абсолютированный спирт. Гидролизный спирт. Денатурат. Биоэтанол. Крахмал, глюкоза, сахара. Анаэробное брожение. Аэробные процессы. Микроорганизмы, дрожжи. Ферментные препараты.

Тема 2. Технологические операции и оборудование браго-ректификации.

Пяти-колонная схема. Теплосбережение, межпродуктовый межколонный теплообмен, кипятильники, подогреватели, дефлегматоры.

Проблемы пуска и автоматического регулирования. Целевой продукт – ректифицированный этанол. Головные, хвостовые, промежуточные фракции. Барда. Технологический регламент, операции и оборудование переработки барды. Производство сухой барды. Емкости барды и фугата. Центрифуги-декантеры. Кек и фугат. Многокорпусное выпаривание. Аппараты с нисходящим потоком, сепараторы. Тепловой насос - компрессор вторичного пара первой ступени. Вакуум-аппарат с принудительной многоходовой циркуляцией, сепаратор, промывная колонна. Трубчатая сушилка. Липкость, взрывоопасность, транспорт. Охлаждение, гранулирование.

Тема 3. Варианты переработки барды. Реализация на современных заводах: сухая барда (Буинский завод), усеченный вариант (Остроженский завод), кормовые дрожжи (Береговской завод), биогаз (Украина). Достоинства, недостатки, проблемы и возможности их решения. Экология спиртовых производств: твердые отходы, жидкие стоки, газовые выбросы. Цех утилизации жидких стоков. Углекислотные производства.

Раздел 4. Технология и оборудование сахарных производств.

Тема 1. Сырье, основной продукт, побочные продукты.

Прием, хранение, транспорт сахарной свеклы. Очистка, резка на стружку.

Тема 2. Основы технологии. Диффузия (экстрагирование) сахара из стружки.

Очистка, осветление сока: дефекация, сатурация, фильтрация, сульфитация. Многокорпусное выпаривание, энергосбережение. Вакуум-выпаривание сока, кристаллизация сахара. Центрифугирование, утфель, меласса. Сушка. Окончательная очистка, отбелка, выпускные формы. Побочные продукты, жом, меласса.

Раздел 5. Технологии и оборудование производств полупродуктов и красителей.

Тема 1. Особенности химического строения пигментов и красителей.

Основные общие проблемы совершенствования технологии и оборудования производств полупродуктов и красителей. Технологический регламент, операции и оборудование производства типовых полупродуктов: Г-соль, Р-соль, Гамма-кислота. Проблемы и возможности совершенствования процессов выделения: коррозия, материалы и варианты конструкций охлаждающих устройств, теплообмен при охлаждении. Цвет, теории цветности, зрение. Классификация и номенклатура красителей и пигментов. Марки и обозначения. Примеры химической структуры красителей и пигментов. Процессы сульфирования, нитрования, азосочетания, диазотирования, щелочной плавки, заключительные операции.

Тема 2. Оборудование химических производств. Аппараты емкостного типа. Мешалки для жидких сред. Способы перемешивания. Конструкции механических перемешивающих устройств. Методика расчета мешалок. Уплотнение валов и штоков. Уплотняющие узлы валов и штоков, рекомендации по их использованию, выбору и особенностям эксплуатации. Проектирование уплотнений, методики их расчетов и оценка надежности их эксплуатации.

Раздел 6. Технология и оборудование производств средств химзащиты.

Тема 1. Технологии и оборудование производства адсорбентов

Основы технологии и оборудования производств адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и регенеративных продуктов.

Тема 2. Аппараты и системы защиты органов дыхания человека. Системы жизнеобеспечения.

Регенеративные продукты. Надпероксиды калия, натрия, кальция. Базовые реакции.

Перспективы совершенствования, продукты нового поколения (на матрице).

Раздел 7. Оборудование вспомогательных стадий и стадий транспортировки

Тема 1. Оборудование вспомогательных стадий

Машины и аппараты для измельчения твердых материалов. Машины и аппараты для классификации твердых тел. Машины и аппараты для перемешивания сыпучих материалов. Питатели и дозаторы.

Тема 2. Оборудование стадий транспортировки и хранения

Классификация технологических трубопроводных систем. Запорная арматура. Автоматическая арматура. Выбор условного диаметра трубопроводов по скорости потока. Оборудование для перемещения жидкостей. Основные рабочие параметры насосов. Основные виды насосов (поршневые, центробежные, специальные типы). Оборудование для перемещения и сжатия газов. Вентиляторы. Воздуходувки и газодувки. Компрессоры. Вакуум-насосы. Резервуары и вспомогательная емкостная аппаратура.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.08 «Технологическое предпринимательство»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	
ИД-1 (УК-2) Знает процедуру управления проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает этапы жизненного цикла проекта
	Знает основные модели/методологии/подходы управления проектом
	Знает методики оценки успешности проекта
ИД-2 (УК-2) Умеет планировать проект с учетом последовательности этапов реализации и жизненного цикла проекта	Умеет достигать поставленных целей и задач проекта
	Умеет составлять и корректировать план управления проектом
	Умеет оценивать риски и результаты проекта
ИД-3 (УК-2) Владеет ключевыми навыками проектного управления на всех этапах жизненного цикла проекта	Владеет навыками планирования, минимизации рисков и отклонений от плана, эффективного управления изменениями проекта
	Владеет методами оценки эффективности проекта
	Владеет навыками публичной презентации результатов проекта
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	
ИД-4 (УК-6) Знает приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	Знает методики самооценки, саморазвития и самоконтроля
	Знает личностные характеристики, способствующие профессиональному развитию
	Знает способы самосовершенствования своей деятельности с учетом своих личностных, деловых, коммуникативных качеств
ИД-5 (УК-6) Умеет определять приоритеты личностного и профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки	Умеет производить самооценку личностных особенностей и профессиональных качеств в соответствии с конкретной ситуацией
	Умеет формулировать цели собственной деятельности и определять пути их достижения с учетом планируемых результатов
	Умеет определять приоритеты личностного и профессионального роста
ИД-6 (УК-6) Владеет навыками построения профессиональной траектории с учетом изменяющихся требований рынка труда	Владеет навыками диагностирования личностных и деловых качеств
	Владеет навыками планирования действий по самосовершенствованию
	Владеет приемами целеполагания и планирования профессиональной деятельности

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

Форма	Очная
-------	-------

отчетности	
Зачет	2 семестр

Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы технологического предпринимательства и бизнес-моделирования.

Тема 1. Введение в инновационное развитие
Сущность и свойства инноваций в IT-бизнесе. Модели инновационного процесса. Роль IT-предпринимателя в инновационном процессе.

Тема 2. Формирование и развитие команды.
Создание команды в IT-бизнесе. Командный лидер. Распределение ролей в команде. Мотивация команды Командный дух.

Тема 3. Бизнес-идея, бизнес-модель, бизнес-план. Как возникают бизнес-идеи в сфере IT. Создание IT бизнес-модели. Формализация бизнес-модели.

Раздел 2. Управление предпринимательской деятельностью.

Тема 4. Маркетинг. Оценка рынка.
Основы маркетинговых исследований. Особенность маркетинговых исследований для высокотехнологичных стартапов в сфере IT. Оценка рынка и целевые сегменты IT-рынка. Комплекс маркетинга IT-компаний. Особенности продаж инновационных IT-продуктов.

Тема 5. Product development. Разработка продукта.
Жизненный цикл IT-продукта. Методы разработки IT-продукта.
Уровни готовности IT-технологий. Теория решения изобретательских задач. Теория ограничений. Умный жизненный цикл IT-продукта.

Тема 6. Customer development. Выведение продукта на рынок.
Концепция Customer development в IT-бизнесе. Методы моделирования потребительских потребностей. Модель потребительского поведения на IT-рынке.

Тема 7. Нематериальные активы и охрана интеллектуальной собственности.
Нормативная база. Правовые режимы охраны интеллектуальной собственности в IT-бизнесе. Признание авторства в IT-бизнесе. Разработка стратегии инновационного IT-проекта.

Тема 8. Трансфер технологий и лицензирование.
Трансфер и лицензирование IT-технологий. Типы лицензирования интеллектуальной собственности в IT-бизнесе и их применение. Расчет цены лицензии и виды платежей за IT-продукты.

Раздел 3. Проектный подход к управлению в технологическом предпринимательстве.

Тема 9. Создание и развитие стартапа.
Понятие стартапа в IT-бизнесе. Методики развития стартапа в IT-бизнесе.

Этапы развития стартапа в IT-бизнесе. Создание и развитие малого инновационного предприятия в IT-бизнесе.

Тема 10. Коммерческий НИОКР.

Мировой IT-рынок НИОКР и открытые инновации. Процесс формирования коммерческого предложения для НИОКР-контракта в сфере IT.. Проведение переговоров для заключения контракта с индустриальным заказчиком IT-продукта.

Тема 11. Инструменты привлечения финансирования.

Финансирование инновационной деятельности на различных этапах развития IT-стартапа. Финансовое моделирование инновационного IT-проекта/

Тема 12. Оценка инвестиционной привлекательности проекта.

Инвестиционная привлекательность и эффективность IT-проекта. Денежные потоки инновационного IT-проекта. Методы оценки эффективности IT-проектов. Оценка и отбор IT-проектов на ранних стадиях инновационного развития

Тема 13. Риски проекта.

Типология рисков IT-проекта. Риск-менеджмент в IT-бизнесе. Оценка рисков в IT-бизнесе. Карта рисков инновационного IT-проекта.

Тема 14. Инновационная экосистема.

Инновационная IT-среда и ее структура. Концепция инновационного потенциала в IT-бизнесе. Элементы инновационной инфраструктуры в IT-бизнесе.

Тема 15. Государственная инновационная политика.

Современные инструменты инновационной политики. Функциональная модель инновационной политики. Матрица НТИ. Роль университета как ключевого фактора инновационного развития в сфере IT-бизнеса.

Тема 16. Государственная инновационная политика.

Итоговая презентация IT- проектов слушателей (питч-сессия).

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.01 «Математическое моделирование технологических процессов и аппаратов»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен формулировать и решать научно-исследовательские задачи в области технологических процессов и аппаратов с использованием математического и физического моделирования	
ИД-1 (ПК-1) Знание методов математического моделирования и базовых моделей технологических процессов и аппаратов	имеет представление о методах статистической термодинамики; теории гетерогенного катализа и теории химического катализа; научные основы подбора катализаторов; макрокинетике гетерогенных каталитических реакциях; основы производства промышленных катализаторов
ИД-2 (ПК-1) Владение методами оценки математических моделей материалов и технологических процессов на адекватность путем физического и численного эксперимента	синтезировать кинетические константы; выбирать тип реактора и условия реализации промышленного процесса
ИД-8 (ПК-1) Владеет навыками моделирования технологических процессов и аппаратов, определяет и контролирует параметры технологического процесса	обосновывать кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных химических процессов

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Экзамен	1 семестр

Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Термодинамика. Вычисление термодинамических величин методами статистической термодинамики. Примеры практического применения.

Тема 2. Относительность понятий элемент и система. Иерархическая структура химического производства. Определение информации. Способы представления информации.

Тема 3. Анализ технологической системы. Постановка задачи оптимизации. Методы решения задач многокритериального анализа.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.02 «Инженерная оптимизация в технологических процессах и аппаратах»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен разрабатывать проектные и технологические решения в области энерго- и ресурсосбережения и экологической безопасности производства	
ИД-2 (ПК-2) Умение работать с прикладными программами, необходимыми для решения задач оптимизации и применять аналитические и численные методы решения	использует методы и принципы моделирования и оптимизации для создания энергосберегающих и экологически безопасных технологических систем
ИД-3 (ПК-2) Владение методами решения инженерных задач оптимизации технологических процессов и систем	применяет на практике пакеты прикладных программ для решения задач энерго- и ресурсосбережения, методами их сравнительного анализа и оценкой эффективности их применения

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Зачет	2 семестр
Экзамен	3 семестр

Содержание дисциплины

Тема 1. Введение.

Цели и задачи изучения дисциплины. Необходимость дисциплины для инженеров-технологов. Варианты применения знаний, полученных при изучении настоящего курса, в реальном производстве.

Тема 2. Понятие и связь ХТП и ХТС. Операторы ХТС (основные и вспомогательные). Структура ХТС (связь между операторами, ее виды). Свойства ХТС. Задачи решаемые при проектировании ХТС (синтез, анализ структуры, расчет и оптимизация).

Рассматриваются различные уровни представления технологических объектов, основные операторы ХТС, различные виды технологических связей между операторами ХТС, основные свойства ХТС. Рассматривается последовательность задач, решаемых при проектировании или модернизации технологической схемы: синтез ХТС, анализ структуры ХТС, расчет ХТС, оптимизация структуры ХТС и режимов функционирования элементов ХТС. Излагаются основные подходы при решении таких задач.

Тема 3. Основные принципы синтеза ХТС (декомпозиционный, эвристический, интегрально-гипотетический, эволюционный).

Рассматриваются основные способы синтеза ХТС из элементов. Суть принципов синтеза, их достоинства и недостатки. Возможность компьютерной реализации задачи синтеза ХТС.

Тема 4. Замкнутые и разомкнутые системы. Основные этапы и задачи анализа ХТС. Представление ХТС в виде таблиц, графов и матриц. Понятия: контур, комплекс, матрица смежности, параметричность. Определение последовательности расчета ХТС.

Излагаются основы алгоритмов анализа структуры замкнутых ХТС с целью определения оптимального множества разрываемых потоков при переводе замкнутой ХТС к разомкнутому виду, а также оптимальной последовательности расчета ХТС.

Тема 5. Детерминированные и статистические модели ХТС. Методы расчета ХТС, их достоинства и недостатки. Матричный и итерационные методы расчета ХТС, методы сходимости решения.

Рассматриваются особенности математических моделей ХТС и методов их расчета, и их взаимосвязь с применяемыми методами синтеза ХТС. Излагаются достоинства, недостатки и ограничения моделей и методов.

Тема 6. Критерий оптимальности, основные требования и ограничения. Порядок решения задачи оптимизации ХТС. Оптимизация структуры и режимов функционирования элементов ХТС. Аналитические и численные методы нахождения оптимума.

Рассматриваются основные принципы выбора критерия оптимальности для ХТС, его свойства, а также основные принципы поиска оптимума.

Тема 7. Основные типы программного обеспечения для решения химико-технологических задач. Его состав, основные принципы применения, основные требования, преимущества, ограничения, основные правила выбора специализированного программного обеспечения для решения конкретных задач.

Рассматриваются основные виды программного обеспечения для расчета ХТС из имеющегося на рынке, основные принципы его построения и функционирования. Возможность применения программного обеспечения для решения задач моделирования, расчета и оптимизации ХТС разных типов, а также основные принципы его выбора, стоимость лицензий, ограничения в применении.

Тема 8. Специализированное программное обеспечение: ChemCAD для Windows. Основные принципы его функционирования и использования, ограничения, основные технологические операторы, характеристики потоков, режимы работы и настройки программного обеспечения, взаимодействие с другим программным обеспечением в среде Windows.

Введение в ChemCAD для Windows. Основные принципы функционирования программного пакета, правила работы, ограничения, допущения, основные технологические операторы, характеристики потоков, режимы работы и настройки программного обеспечения, возможности его взаимодействия с другим программным обеспечением в среде Windows.

Тема 9. Технологические операторы, не связанные с химическими превращениями и парожидкостным равновесием.

Рассматриваются правила создания ХТС, включающей технологические операторы, не связанные с химическими превращениями и парожидкостным равновесием: смеситель, делитель, теплообменники, насос, компрессор, турбина, задвижка, трубопровод.

Тема 10. Технологические операторы, обеспечивающие расчет химических превращений в системе.

Рассматриваются правила создания ХТС, включающее технологические операторы, обеспечивающие расчет химических превращений (реакторов): стехиометрический

реактор, равновесный термодинамический реактор, использование модуля пользователя, кинетический реактор.

Тема 11. Технологические операторы, обеспечивающие расчет парожидкостного равновесия в системе.

Рассматриваются правила создания ХТС, включающей технологические операторы, обеспечивающие расчет паро-жидкостного равновесия (массообменные процессы): сепаратор, абсорбер/десорбер, ректификация.

Тема 12. Расширение баз данных и возможностей системы. Оптимизация ХТС.

Рассматриваются правила расширения возможностей программного обеспечения с целью его использования при решении технологических задач с недостатком исходных данных.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.03 «Явления переноса энергии и вещества в технологических процессах и аппаратах»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен формулировать и решать научно-исследовательские задачи в области технологических процессов и аппаратов с использованием математического и физического моделирования	
ИД-3 (ПК-1) Знание теоретических основ переноса энергии, вещества и импульса	Знает теоретические основы переноса энергии, вещества и импульса
ИД-4 (ПК-1) Умение использовать фундаментальные законы переноса энергии, вещества и импульса для создания теоретических моделей технологических процессов, аппаратов и свойств материалов и изделий	Умеет использовать фундаментальные законы переноса энергии, вещества и импульса для создания теоретических моделей технологических процессов, аппаратов и свойств материалов и изделий
ИД-5 (ПК-1) Владение навыками анализа и методами изучения тепло-массо-переноса и гидродинамики в технологических процессах и аппаратах	Владеет навыками анализа и методами изучения тепло-массо-переноса и гидродинамики в технологических процессах и аппаратах

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Зачет	2 семестр
Экзамен	3 семестр

Содержание дисциплины

Тема 1. Наука о явлениях переноса. Историческая справка. Библиография. "Явления переноса" (Бёрд Р., Стьюарт Б., Лайтфут Е. Явления переноса.- М.: Химия, 1974.- 688 с.) как основной англоязычный учебный курс. История, особенности и значение.

Тема 2. Методы описания и расчета явлений и процессов переноса и превращения в технологических процессах и аппаратах.

Феноменологическая макрокинетика. Физика и механика сплошных сред.

Макрокинетика. Молекулярно-кинетический подход. Физико-статистические методы.

Иерархия уровней в сложных процессах. Инженерно-физические подходы. Формально-статистические методы.

Тема 3. Базовые явления и модели. Лимитирующие явления. Модели и реальность. Комбинации, наложения. Отклонения, парадоксы. Переусложнение моделей, гипертрофия формализации. Переупрощение моделей, неизученность явлений. Поправки, методы учета. Примеры.

Физические представления и математические модели процессов. Основные подходы.

Недостатки формального моделирования процессов. Переупрощение моделей. Переусложнение моделей. Возможности "универсальных" моделей.

Тема 4. Единые кинетические закономерности в технологических процессах и аппаратах (ЕКЗ). Скорость, движущая сила и сопротивление / кинетический коэффициент скорости. ЕКЗ гидромеханических процессов. ЕКЗ процессов теплопередачи. ЕКЗ процессов массопередачи (диффузионных процессов).

Общая структура ЕКЗ для нестационарных и стационарных (установившихся) гидромеханических, тепловых и диффузионных процессов.

Средняя движущая сила. Способы определения СДС. Примеры.

Общий и частные коэффициенты переноса. Теплопередача. Массопередача. Аналогия и различия.

Тема 5. Базовые градиентные законы переноса энергии и вещества. Градиент. Градиентные законы вязкого трения в движущейся жидкости (Ньютона), теплопроводности (Фурье) и диффузии (Фика).

Аналогия и различия в градиентных законах переноса импульса, теплопроводности и диффузии. Кинетические коэффициенты и их размерности.

Другие градиентные процессы. Процессы неградиентной природы. Излучение. Химические реакции. Механические процессы.

Тема 6. Общая структура дифференциальных уравнений полей переноса энергии и вещества (переноса импульса, тепла, массы). Основные операторы. Полная (субстанциональная) производная в движущейся среде. Оператор Лапласа. Источники / стоки.

Перенос в движущейся среде. Подходы Эйлера и Лагранжа. Полный дифференциал. Субстанциональная производная, локальная и конвективные составляющие.

Линейные дифференциальные уравнения полей переноса. Емкостные, потоковые, полевые, потенциальные характеристики. Приращение полевой величины. Оператор Лапласа.

Тема 7. Дифференциальные уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости (Навье-Стокса). Идеальная жидкость, стационарные течения, одномерные течения. Сжимаемые среды. Сверхзвуковые течения. Реологически сложные среды.

Дифференциальные уравнения теплопроводности в движущейся и неподвижной среде.

Дифференциальные уравнения диффузии в движущейся и неподвижной среде.

Аналогия и различия в дифференциальных уравнениях полей скоростей, температур и концентраций. Общие и различные свойства и характеристики уравнений полей.

Тема 8. Методы и приемы решений дифференциальных уравнений переноса. Существование решения, единственность, сходимость, устойчивость.

Аналитические методы решения дифференциальных уравнений переноса. Методы разделения переменных, интегральные, источников.

Численные методы. Достоинства и недостатки аналитических и численных методов.

Тема 9. Упрощение общих уравнений переноса для конкретных случаев на основе анализа совокупности физических явлений и выделения лимитирующих. Пример приведения дифференциального уравнения в частных производных Навье-Стокса к обыкновенному дифференциальному уравнению.

Интегрирование уравнений течения жидкости в канале. Уравнение Гагена-Пуазейля.

Пример упрощения уравнения теплопроводности (диффузии) к одномерному виду.

Интегрирование уравнения методом разделения переменных для пластины при граничных условиях третьего рода.

Тема 10. Теория подобия. 1, 2, 3-я теоремы подобия. π - теорема анализа размерностей.

Получение критериев подобия из дифференциальных уравнений методом операции приведения дифференциальных уравнений. Критерии гидромеханического подобия.

Анализ размерностей физических величин. Получение критериев подобия методом анализа размерностей (Рэлея-Павлушенко). Первичные и вторичные размерности. Количество критериев. Критерии гидромеханического подобия.

Достоинства и недостатки получения критериев методами анализа размерностей и методом операции приведения дифференциальных уравнений.

Тема 11. Структура критериальных уравнений. Определяемые и определяющие критерии (числа подобия). Определяющие размеры, скорости, температуры, концентрации. Параметрические критерии (симплексы).

Дополнительные и производные критерии подобия. Комбинированные и групповые критерии подобия. Критерии подобия - аналоги. Группы аналогичных критериев.

Получение явного вида критериальных уравнений обработкой экспериментальных или расчетных данных. Графическая обработка. Выявление выбросов и границ режимов. Статистические методы. Метод наименьших квадратов.

Тема 12. Физическое моделирование и эксперимент. Техника физического эксперимента и моделирования. Правила обеспечения подобия в модели и в образце. Примеры моделирования. Примеры “несовместности” критериев при физическом моделировании. Специальное, приближенное и последовательное физическое моделирование.

Тема 13. Аналогия дифференциальных уравнений переноса. Методы аналогии. Примеры аналогового моделирования (гидроинтеграторы, проводящие среды, тепло- гидравлическая, тепло- диффузионная, “тройная” аналогия, электро- аналогия, АВМ).

Математическое моделирование. ЭЦВМ, персональные компьютеры и суперкомпьютеры. Возможности, достоинства и недостатки методов физического, аналогового и математического моделирования. Комплексные методы.

Тема 14. Основные группы методов гидромеханического разделения дисперсных систем. Лимитирующие явления. Осаждение. Базовая модель. Осложняющие явления и варианты моделей осаждения. Фильтрация. Базовая модель. Варианты режимных условий и осложняющих явлений. Их учет в моделях фильтрации.

Тема 15. Явления переноса при теплоотдаче. Свободная и вынужденная конвекция. Кипение и конденсация. Лимитирующие явления. Учет в расчетах.

Тема 16. Явления переноса и свойства веществ, используемые в диффузионных процессах разделения. Схемы процессов разделения 1-й, 2-й и 3-й групп. Комбинированные процессы. Технологические особенности диффузионных процессов разделения. Способы улучшения разделения.

Особенности явлений переноса и конструктивного оформления твердофазных, жидкофазных и мембранных процессов. Особенности расчетных методов.

Тема 17. Особенности явлений переноса и конструктивного оформления жидкофазных процессов абсорбции, ректификации и жидкостной экстракции.

Явления взаимосвязи гидродинамики и массопереноса при жидкостной экстракции.

Тема 18. Особенности явлений переноса и конструктивного оформления твердофазных процессов адсорбции и сушки. Определение базовых кинетических характеристик. Механизм тепло- и массопереноса и разновидности температурно-влажностных кривых в процессах сушки. Изменение коэффициентов теплоотдачи в процессе сушки.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.04 «Дополнительные главы процессов и аппаратов химической технологии»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен формулировать и решать научно-исследовательские задачи в области технологических процессов и аппаратов с использованием математического и физического моделирования	
ИД-6 (ПК-1) Знание теоретических основ гидродинамики, тепло-и массопереноса, теории подобия и масштабирования химико-технологических процессов и аппаратов	знает теоретические основы гидродинамики, тепло-и массопереноса, теорию подобия и масштабирование химико-технологических процессов и аппаратов
ИД-7 (ПК-1) Владение навыками использования лабораторной и инструментальной базы для изучения закономерностей гидромеханических, тепловых и массообменных процессов	владеет навыками использования лабораторной и инструментальной базы для изучения закономерностей гидромеханических, тепловых и массообменных процессов

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единицы.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Экзамен	1 семестр
Экзамен	2 семестр

Содержание дисциплины

Раздел 1. Выпаривание

Тема 1. Физико-химические основы процесса выпаривания

Свойства растворов (температура кипения, температурная депрессия, гидравлическая депрессия, теплота растворения, поверхностное натяжение, пенообразование).

Тема 2. Теплообмен при кипении

Теоретические основы процесса кипения. Теплообмен при пузырьковом кипении. Плёночный режим кипения. Кривая кипения. Теплоотдача при кипении. Критериальные уравнения для расчёта коэффициентов теплоотдачи. Кризисы кипения.

Тема 3. Простое (однокорпусное) выпаривание

Принципиальная схема. Материальный и тепловой баланс. Поверхность нагрева выпарных аппаратов. Классификация выпарных аппаратов. Выпарные аппараты периодического действия.

Тема 4. Энергосберегающие выпарные установки

Выпарные аппараты с тепловым насосом. Многокорпусные выпарные установки (прямоточные и противоточные). Оптимальное число корпусов выпарной установки.

Устройство выпарных аппаратов. Вспомогательные устройства выпарных установок. Расчёт многокорпусных выпарных установок.

Раздел 2. Экстракция (выщелачивание)

Тема 1. Экстрагирование в системе твёрдое тело – жидкость

Экстрагирование растворённого вещества из пор твёрдого нерастворимого материала. Растворение твёрдого растворимого включения в пористом нерастворимом материале. Фазовое равновесие в системе твёрдое тело – жидкость.

Тема 2. Извлечение из одиночной частицы и массовая экстракция

Принципиальные отличия кинетики этих процессов. Интенсификация процессов экстрагирования из твёрдых материалов. Конструкции экстракторов.

Тема 3. Расчёт процессов растворения

Полное и частичное растворение веществ. Фракционное растворение веществ.

Раздел 3. Ионообменные процессы

Тема 1. Физико – химические основы ионообмена

Иониты (ионообменные сорбенты) – свойства, классификации. Равновесие целевого компонента в фазах. Применение ионообменных процессов.

Тема 2. Промышленные схемы применения ионообмена

Рабочие циклы установок. Факторы, влияющие на кинетику процесса. Ионообменные колонны периодического и непрерывного действия.

Раздел 4. Кристаллизация

Тема 1. Образование твёрдой фазы в растворах, расплавах и паровой фазе

Растворы. Кристаллическое состояние веществ. Условия выделения твёрдой фазы из растворов.

Тема 2. Изогидрическая и изотермическая кристаллизация

Теоретические основы этих процессов. Массовая кристаллизация.

Тема 3. Кинетика процесса кристаллизации

Зарождение кристаллов. Теории роста кристаллов. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации.

Тема 4. Оборудование для проведения процесса кристаллизации

Материальный и тепловой баланс процесса. Конструкции кристаллизаторов. Последовательность расчёта кристаллизаторов, с учётом условий выделения твёрдой фазы.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.01.01 «Проектирование и эксплуатация современного технологического оборудования»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен обосновывать выбор аппаратурно-технологического оборудования химических и смежных производств	
ИД-1 (ПК-3) Знание современных конструкций, принципа действия, области применения технологического оборудования и приборов химического комплекса	формулирует и понимает различие требований, предъявляемых к стандартам ОСТ, ГОСТ
	воспроизводит принципы выбора серийного технологического оборудования
ИД-2 (ПК-3) Умение использовать нормативно-техническую документацию при эксплуатации и проектировании нестандартного оборудования	использует стандарты при проектировании оборудования из различных конструкционных материалов с учетом требований действующей нормативно – технической документации
	решает практические задачи с применением основных методик прочностных расчетов при проектировании
ИД-3 (ПК-3) Владение навыками расчета эксплуатационных характеристик технологического оборудования	владеет предметной терминологией в области знания документации и стандартов
	владеет навыками применения методов расчета при проектировании оборудования

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единицы.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Зачет	3 семестр

Содержание дисциплины

Тема 1. Проектирование производства.

Определение мощности проектируемого производства: балансовый и статистический методы. Выбор технологии производства. Основные факторы, анализируемые при выборе технологии. Эскизная технологическая схема. Расчет материальных и тепловых балансов по стадиям производства.

Тема 2. Строительство нового производства

Выбор площадки строительства. Основные факторы, влияющие на выбор площадки строительства. Обоснование выбора площадки строительства. Задание на проектирование и

исходные материалы: состав, порядок разработки и утверждения. Разработка ситуационного и генерального планов. Основные критерии разработки генеральных и ситуационных планов. Требования к графической части раздела.

Тема 3. Выбор оборудования

Общие принципы анализа, расчета и выбора технологического оборудования. Факторы, влияющие на выбор типа технологического оборудования. Выбор стандартного оборудования. Разработка нестандартного оборудования.

Тема 4. Разработка технологической схемы

Разработка принципиальной технологической схемы. Исходные данные для разработки принципиальной технологической схемы. Требования к оформлению чертежа принципиальной технологической схемы.

Тема 5. Компоновка производства

Архитектурно -строительные решения и компоновка производства. Классификация и основные требования к промышленным зданиям. Элементы строительных конструкций. Виды компоновочных решений. Основные требования к вертикальной и горизонтальной компоновке оборудования. Требования к графической части раздела. Состав рабочей документации. Монтажная проработка. Исходные данные и содержание работ на стадии монтажной проработки проекта.

Тема 6. Рабочий проект

Состав и содержание документации рабочего проекта. Общая пояснительная записка. Организация строительства.

Тема 7. Эксплуатация технологического оборудования

Общие положения по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования. Принципы дифференциации и оценки оборудования для составления системы технического обслуживания и ремонта. Система технического обслуживания и ремонта технологического оборудования. Методы организации технического обслуживания и ремонта технологического оборудования.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.01.02 «Проектирование химико-технологических производств»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен обосновывать выбор аппаратно-технологического оборудования химических и смежных производств	
ИД-1 (ПК-3) Знание современных конструкций, принципа действия, области применения технологического оборудования и приборов химического комплекса	формулирует и понимает различие требований, предъявляемых к стандартам ОСТ, ГОСТ
	воспроизводит принципы выбора серийного технологического оборудования
ИД-2 (ПК-3) Умение использовать нормативно-техническую документацию при эксплуатации и проектировании нестандартного оборудования	использует стандарты при проектировании оборудования из различных конструкционных материалов с учетом требований действующей нормативно – технической документации
	решает практические задачи с применением основных методов прочностных расчетов при проектировании
ИД-3 (ПК-3) Владение навыками расчета эксплуатационных характеристик технологического оборудования	владеет предметной терминологией в области знания документации и стандартов
	владеет навыками применения методов расчета при проектировании оборудования

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единицы.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Зачет	3 семестр

Содержание дисциплины

Тема 1. Методология проектирования химических производств

Понятия о проекте производства и проектной документации. Взаимосвязь отделов проектной организации. Принятие решений в процессе проектирования и создания промышленного объекта.

Тема 2. Предпроектирование химических производств

Определение мощности проектируемого производства. Выбор технологии производства. Эскизная технологическая схема. Расчет материальных и тепловых балансов по стадиям производства. Выбор площадки строительства. Задание на проектирование и исходные материалы.

Тема 3. Проектирование химических производств

Проект. Анализ исходных данных. Общие принципы анализа, расчета и выбора технологического оборудования химических производств. Расчет нестандартного оборудования. Расчет на прочность элементов оборудования.

Тема 4. Основы промышленной безопасности в составе проектной документации

Разработка декларации промышленной безопасности. Основы разработки плана локализации и ликвидации последствий аварий. Оценка воздействия проектируемого объекта на окружающую среду.

Тема 5. Рабочая документация

Разработка ситуационного и генерального планов. Разработка принципиальной технологической схемы. Исходные данные для разработки технологической схемы. Требования к оформлению чертежа принципиальной технологической схемы.

Тема 6. Новые подходы к аппаратурно-технологическому оформлению гибких автоматизированных химических производств

Оценка гибкости и одноэтапное интегрированное проектирование ХТС в условиях интервальной неопределенности исходных данных. Двухэтапное интегрированное проектирование ХТС в условиях интервальной неопределенности исходных данных. Программные продукты САПР. Техническое обеспечение САПР. Информационное обеспечение САПР.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.02.01 «Макрокинетика химических процессов и расчет реакторов»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен обосновывать выбор аппаратурно-технологического оборудования химических и смежных производств	
ИД-4 (ПК-3) знание основных законов химической кинетики, теории химических реакторов и их аппаратурного оформления	формулирует основные понятия микро- и макрокинетики протекания химических процессов
	воспроизводит алгоритмы расчета химических реакторов
ИД-5 (ПК-3) умение учитывать влияния диффузионных и тепловых процессов на кинетику химических реакций	решает задачи по основным химическим законам; протекающим химическим реакциям
	учитывает влияние диффузионных и тепловых воздействий на кинетику химических реакций при расчетах и моделировании химических и совмещенных процессов
ИД-6 (ПК-3) владение методами анализа и расчета процессов в промышленных реакционных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических параметров работы аппарата	определяет характеристики технологических процессов
	рассчитывает технологические параметры работы для конкретного аппарата
	выбирает аппаратуру для конкретного технологического процесса

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Экзамен	3 семестр

Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия и зависимости химических процессов.

Цели и задачи макрокинетики, ее роль в совершенствовании современных химических производств. История развития макрокинетики. Основные методы решения макрокинетических задач. Основные разделы макрокинетики.

Основные понятия и зависимости химических процессов. Микро- и макрокинетика протекания химических процессов. Стехиометрия. Скорость химических превращений. Равновесие. Смещение равновесия. Рециркуляция. Показатели эффективности химических процессов и аппаратов. Качественные, энергетические и экономические показатели.

Тема 2. Разновидности, структура анализа, описания и классификации химических реакций и химических процессов

Разновидности и классификация химических реакций и химических процессов. Разновидности внутреннего взаимодействия и внешних воздействий. Степень однородности технологических параметров и характеристик. Полностью однородные. С одной, двумя и более переменными. Изохронность, изотермичность, изотропность, изобарность. Структура анализа и классификации. Маршруты протекания химических реакций, методы дискриминации маршрутов. Химизм реакций. Примеры. Катализ. Гомогенные и гетерогенные реакции. Наличие твердой фазы.

Тема 3. Структура взаимодействующих потоков в химических аппаратах и методы ее улучшения

Модели идеального смешения и идеального вытеснения. Методы экспериментального изучения структуры потоков. Типы входных сигналов и функции отклика для идеальных моделей. Функции распределения времени пребывания. Нормальное распределение Гаусса. Базовые модели структуры потоков. Модель продольной диффузии. Ячеечная модель. Методы улучшения структуры потоков.

Тема 4. Взаимосвязанные процессы в химических реакторах

Гидродинамические, тепловые и диффузионные поля. Градиентные законы переноса. Методы решения задач.

Тема 5. Типы и конструкции химических реакторов.

Классификация реакторов. Реакторы для проведения гомогенных реакций в газовой фазе. Реакторы для проведения гомогенных реакций в жидкой фазе. Реакторы для проведения гетерогенных некаталитических реакций в системе газ-твердое тело. Реакторы для проведения гетерогенных каталитических реакций в системе газ-твердое тело.

Тема 6. Расчет и проектирование химических реакторов.

Основы кинетических расчетов реакторов. Алгоритмы расчета химических реакторов систем жидкость-жидкость, газ-жидкость, жидкость – (газ) – твердое, газ – жидкость – твердое. Моделирование каталитических химических реакторов. Моделирование гетерогенных химических процессов. Уравнения тепловых и материальных балансов.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.02.02 «Основы кинетических расчетов и аппаратурно-технологическое оформление химических процессов»**

Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен обосновывать выбор аппаратурно-технологического оборудования химических и смежных производств	
ИД-4 (ПК-3) знание основных законов химической кинетики, теории химических реакторов и их аппаратурного оформления	формулирует основные понятия микро- и макрокинетики протекания химических процессов
	воспроизводит алгоритмы расчета химических реакторов
ИД-5 (ПК-3) умение учитывать влияния диффузионных и тепловых процессов на кинетику химических реакций	решает задачи по основным химическим законам; протекающим химическим реакциям
	учитывает влияние диффузионных и тепловых воздействий на кинетику химических реакций при расчетах и моделировании химических и совмещенных процессов
ИД-6 (ПК-3) владение методами анализа и расчета процессов в промышленных реакторных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических параметров работы аппарата	определяет характеристики технологических процессов
	рассчитывает технологические параметры работы для конкретного аппарата
	выбирает аппаратуру для конкретного технологического процесса

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

Форма отчетности	Очная
Экзамен	3 семестр

Содержание дисциплины

Тема 1. Введение.

Цели и задачи макрокинетики, ее роль в совершенствовании современных химических производств. История развития макрокинетики. Основные методы решения макрокинетических задач. Основные разделы макрокинетики. Процессы переноса в каталитических реакциях.

Тема 2. Кинетика химических реакций на макроуровне.

Основы диффузионной кинетики. Понятия о макрокинетических областях протекания реакции. Влияние диффузии на наблюдаемую скорость реакции. Внешнедиффузионное торможение и разогрев внешней поверхности катализатора. Протекание экзотерми-

ческой реакции первого порядка во внешнедиффузионной области. Влияние различных факторов на протекание химической реакции во внешнедиффузионной области. Критерии влияния внешней диффузии. Внутريدиффузионная область. Скорость реакций в пористых катализаторах. Модели пористой структуры катализатора. Анализ процессов простой цилиндрической и сферической порых катализатора. Параметр Тиле и фактор эффективности. Внутريدиффузионное торможение и внутренний разогрев поверхности катализатора. Влияние внутреннедиффузионных факторов на скорость процессов. Критерии влияния диффузии веществ в порых катализатора. Переходные области. Внутренняя переходная область. Внешняя переходная область. Внешняя кинетическая область.

Тема 3. Селективность сложных реакций при диффузионном торможении процесса.

Селективность последовательных и параллельных реакций во внешне– и внутреннедиффузионных областях.

Тема 4. Оптимальная форма и размеры катализатора. Фактор формы.

Основные факторы, влияющие на гидравлическое сопротивление частиц катализатора. Оценка фактора эффективности для частиц различной формы. Влияние диффузионного торможения на дезактивацию катализатора. Соотношение между наблюдаемой скоростью и фактором эффективности при дезактивации катализатора.

Тема 5. Математическое моделирование гетерогенных химических процессов.

Типы промышленных катализаторов, способы получения. Зернистый слой катализатора. Прохождение потока через зернистый слой. Анализ процессов в зернистом слое. Перенос вещества и тепла в продольном и поперечном направлении. Теплопроводность зернистого слоя. Системный анализ при моделировании каталитических химических реакторов. Моделирование каталитических химических реакторов. Моделирование гетерогенных химических процессов. Уравнения тепловых и материальных балансов. Методы исследования на ЭВМ. Моделирование реакторов с кипящим и движущимся слоем катализатора; жидкофазных химических реакторов.

Тема 6. Нестационарные процессы в химической технологии.

Искусственно создаваемые нестационарные условия. Особенности моделирования нестационарных процессов. Анализ параметрической чувствительности при расчете химических реакторов