

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химической технологии им. Н.И. Ярополова»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №7 от 14 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»

Направление: 18.03.01 Химическая технология

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Губанов Николай Дмитриевич
Дата подписания: 30.05.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Боженков Георгий
Викторович
Дата подписания: 12.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Дьячкова
Светлана Георгиевна
Дата подписания: 04.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКО-1 Способен применять теорию основных процессов и аппаратов химической технологии для обеспечения внедрения прогрессивных экономически обоснованных ресурсо-, энергосберегающих технологических процессов и режимов производства выпускаемой организацией продукции	ПКО-1.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКО-1.3	Демонстрирует знание основных законов гидравлики, теплообмена, применяет современные методы и средства физического, математического моделирования процессов и аппаратов для осуществления расчетов гидромеханических, а также теплообменных процессов	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 расчёта. Уметь определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло-и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. Владеть навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности; методами определения оптимальных и рациональных техно-логических режимов работы оборудования.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Введение в профессиональную деятельность», «Инженерная и компьютерная графика», «Математические методы решения профессиональных задач», «Общая химическая технология», «Основы проектной деятельности», «Прикладная механика», «Энерготехнология химических производств»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Информационные технологии», «Моделирование химико-технологических процессов», «Подготовка, транспортировка и хранение нефти и газа», «Проектирование и оборудование нефтеперерабатывающих предприятий», «Производственная практика: преддипломная практика», «Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика», «Системы автоматизированного проектирования нефтехимических производств», «Системы управления химико-технологическими процессами и метрология», «Технологии очистки стоков и выбросов нефтехимических предприятий», «Технология переработки высоковязких нефтей и природных нефтебитумов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 9 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость дисциплины	324	36	288
Аудиторные занятия, в том числе:	34	2	32
лекции	10	2	8
лабораторные работы	8	0	8
практические/семинарские занятия	16	0	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	281	34	247
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен, Курсовой проект		Экзамен, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Предмет и задачи дисциплины	1	2							Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2							

Учебный год № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Гидростатика и гидродинамика	1	1	1	2	1	4	2, 3, 4	35	Устный опрос
2	Перемещение жидкостей. Разделение неоднородных систем	2	1							Устный опрос
3	Тепловые процессы	3	3	2	4	2	4	5	100	Устный опрос
4	Массообменные процессы	4	3	3	2	3, 4	8	1	112	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		8		8		16		256	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Предмет и задачи дисциплины	Предмет и задачи дисциплины. Классификация основных процессов химической технологии. Уравнение переноса количества движения, теплоты, массы. Уравнения материального и теплового балансов. Понятие физического и математического моделирования.

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Гидростатика и гидродинамика	Гидростатика. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практическое применение. Гидродинамика. Дифференциальные уравнения движения Эйлера, Навье-Стокса. Уравнение Бернулли и его практическое применение. Гидравлические сопротивления в трубопроводах и аппаратах. Движение тел в жидкостях. Движение жидкостей через неподвижные слои зернистых материалов. Гидродинамика псевдооживленных слоев зернистых материалов. Барботаж газа. Пленочное течение жидкостей. Перемешивание в жидких средах. Пневматическое и механическое перемешивание. Перемешивание с помощью сопел и насосов. Устройство мешалок.
2	Перемещение жидкостей. Разделение	Перемещение жидкостей. Классификация насосов, основные параметры насосов. Напор насоса и

	неоднородных систем	высота всасывания. Поршневые, центробежные насосы, насосы других типов. Совместная работа насоса и трубопроводной сети, определение рабочих точек насоса. Разделение неоднородных (гетерогенных) систем. Отстаивание, скорость свободного и стесненного осаждения. Отстойники. Центрифугирование. Центробежная сила и фактор разделения. Устройство и расчет центрифуг. Фильтрация, способы фильтрации. Фильтровальные перегородки. Устройство и расчет фильтров. Гравитационная очистка газов. Очистка газов под действием центробежных сил. Очистка газов фильтрацией.
3	Тепловые процессы	Способы передачи теплоты. Движущая сила теплообменных процессов. Тепловые балансы. Уравнения теплоотдачи и теплопередачи. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи. Передача тепла теплопроводностью. Уравнения Фурье, коэффициент теплопроводности. Теплопроводность плоских, цилиндрических стенок. Конвективный теплообмен. Тепловое излучение. Законы теплового излучения. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки. Расчет коэффициента теплопередачи. Средняя разность температур теплоносителей. Нагревание водой, водяным паром и высокотемпературными теплоносителями. Охлаждение до обыкновенных и низких температур. Конденсация паров. Кипение жидкостей. Устройство и расчет теплообменных аппаратов. Выпаривание. Способы выпаривания. Однокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы, расчет поверхности нагрева. Полезная разность температур, температурные потери. Многокорпусные выпарные установки (МВУ). Материальный и тепловой балансы МВУ. Общая(суммарная) полезная разность температур в МВУ и ее распределение по корпусам. Устройство и расчет выпарных установок.
4	Массообменные процессы	Классификация массообменных процессов. Фазовое равновесие, равновесная линия. Материальный баланс массообменного аппарата. Уравнение рабочей линии. Молекулярная и конвективная диффузия. Законы Фика. Модели процессов массопередачи. Подobie процессов массопереноса. Уравнения массоотдачи и массопередачи, коэффициенты массоотдачи и массопередачи. Движущая сила массопередачи. Число единиц переноса и высота единицы переноса. Понятие теоретической тарелки. Расчет

		основных размеров массообменных аппаратов. Абсорбция. Равновесие между фазами при абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса. Уравнение рабочей линии. Расход абсорбента. Устройство и режимы работы абсорбционных аппаратов. Расчет насадочных и тарельчатых абсорберов. Дистилляция и ректификация. Равновесие в системах жидкость-пар. Закон Рауля, идеальные, реальные и азеотропные смеси. Дистилляция, принципиальная схема и материальный баланс. Непрерывно и периодически действующие ректификационные установки. Материальный баланс, уравнения рабочих линий. Минимальное и действительное флегмовое число. Тепловой баланс ректификационной колонны. Ректификация многокомпонентных смесей. Устройство и расчет ректификационных колонн.
--	--	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Изучение гидродинамики тарельчатых и насадочных колонн	2
2	Испытание теплообменников	4
3	Изучение процесса ректификации	2

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Основное уравнение гидростатики, уравнение Бернулли и их практическое применение. Основные параметры насосов. Напор насоса и высота всасывания. Совместная работа насоса и сети	4
2	Расчет тепловых балансов теплообменных аппаратов. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок. Расчет коэффициентов теплоотдачи, теплопередачи и поверхности теплообмена.	4
3	Равновесие в системах газ-жидкость. Материальный баланс абсорбера. Минимальный и рабочий расход абсорбента. Равновесие в системах пар-жидкость. Идеальные и реальные смеси	4
4	Материальный баланс ректификационной	4

	колонны. Расчет минимального и действительного флегмового числа. Построение рабочих линий на диаграмме У – Х.	
--	---	--

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	34

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	112
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	15
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	10
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	10
5	Проработка разделов теоретического материала	100

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения: проектный метод, работа в малых группах

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Курсовой проект является завершающим этапом изучения дисциплины. Выполнение курсового проекта и его защита дают возможность студенту показать, насколько он овладел теоретическим и практическим материалом дисциплины и как он умеет использовать свои знания при решении практических инженерных задач. Методические указания по выполнению курсовой работе описаны в [2].

Одновременно выполнение курсового проектирования должно рассматриваться и как подготовка к выполнению дипломных проектов, так как, работая над проектом, студент изучает действующие ГОСТы, ОСТы, нормали, справочную литературу, приобретает навыки выбора аппаратуры и оформления технической документации.

Курсовой проект по процессам и аппаратам химической технологии относится к самостоятельной работе и состоит из пояснительной записки и графической части. Содержание пояснительной записки.

Пояснительная записка к курсовому проекту, содержащая все исходные, рассчитанные и графические материалы, должна быть оформлена в следующей последовательности: титульный лист; бланк задания на проектирование; оглавление (содержание); введение; технологическая схема установки и ее описание; выбор конструкционного материала аппарата; технологический расчет аппарата; расчет или подбор вспомогательного

оборудования; заключение (выводы и предложения); список использованных источников. Во введении необходимо кратко изложить сущность и назначение данного процесса, сравнительную характеристику аппаратов для его осуществления.

На технологической схеме должны быть показаны основные аппараты, указаны основные технологические связи между аппаратами (трубопроводы), а также элементы, имеющие самостоятельное функциональное назначение (насосы, ёмкости, трубопроводную арматуру и т. д.).

Выбор конструкционного материала. В этом разделе необходимо привести данные по обоснованию выбора материала, из которого будет изготовлена аппаратура.

Технологический расчет аппаратов. Задачей этого раздела является расчет основных размеров аппаратов (диаметра, высоты, поверхности теплопередачи и т.д.). Для проведения технологического расчета необходимо предварительно найти по справочникам физико-химические свойства перерабатываемых веществ (плотность, вязкость, теплоемкость и т.п.), составить материальные и тепловые балансы. Затем на основе анализа литературных данных выбирается методика расчета размеров аппаратов. При этом особое внимание следует уделять гидродинамическому режиму работы аппарата. В этот же раздел входит гидравлический расчет аппаратов, целью которого является определение гидравлического сопротивления.

Расчет или подбор вспомогательного оборудования. Кроме основных аппаратов в установку входят различные виды вспомогательного оборудования: насосы, вентиляторы, компрессоры, вакуум-насосы, емкости для хранения сырья и продукции и т.п. Все это оборудование должно быть рассчитано или подобрано по нормам, каталогам или ГОС-Там с учетом конкретных условий работы.

Заключение (выводы и предложения). Заканчивая расчетную часть проекта, студент должен дать анализ полученных результатов, их соответствие заданию на проект, высказать соображения о возможных путях совершенствования данного процесса и его аппаратного оформления.

Список использованных источников. В список включают все источники информации, использованные при выполнении проекта. Ссылку на источник в тексте пояснительной записки и библиографическое описание источника в списке должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 7.0.5-2008

Оформление пояснительной записки должно соответствовать СТО ИРНИТУ 005-2020.

Графическая часть

Графическая часть курсового проекта состоит из технологической схемы установки и чертежа основного аппарата. Чертеж общего вида должен содержать следующие сведения:

изображение аппарата, необходимые виды, разрезы и сечения, дающие полное представление об устройстве рассчитанного аппарата; основные размеры – конструктивные, присоединительные и габаритные; вид или схему с действительным расположением штуцеров, люков, лап, опор и др.; таблицу назначения штуцеров; техническую характеристику; технические требования. Оформление графической части выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД и СТО ИРНИТУ 005-2020.

Темы курсовых проектов

Темы курсового проекта и исходные данные для расчета аппаратов указываются в задании, которое студент получает у руководителя на кафедре.

Руководитель курсового проектирования определяет общий объем работы, осуществляет контроль за ходом проектирования и сроками выполнения отдельных разделов, консультирует по вопросам, связанным с проектированием. Темы курсовых проектов следующие: расчет теплообменных аппаратов; расчет абсорбционных колонн; расчет ректификационных аппаратов.

Методические указания по расчету аппаратов

Теплообменные аппараты. Расчет теплообменников сводится к определению необходимой поверхности теплопередачи при заданных расходах теплоносителей и их температуры. Осуществляется в следующей последовательности: из уравнения теплового баланса определяется тепловая нагрузка аппарата; рассчитывается средняя разность температур теплоносителей; ориентировочно по опытным данным принимается коэффициент теплопередачи и определяется поверхность теплопередачи, по которой из ГОСТов выбирается теплообменник и проводится уточненный расчет поверхности теплопередачи. Методика и примеры расчета аппаратов приведены в [1-3].

Абсорбционные колонны. Целью расчета абсорбера является определение его диаметра и высоты. Из уравнения материального баланса рассчитывается расход жидкого поглотителя. Выбирается тип абсорбера. Рассчитывается рабочая скорость газовой фазы, по которой определяется диаметр колонны. Высоту тарельчатого абсорбера определяют через число теоретических тарелок, а высоту насадочной колонны через число единиц переноса и высоту единицы переноса. После выбора стандартного аппарата выполняется его гидравлический расчет. Методика и примеры расчета аппаратов приведены в [1-5]. Ректификационные колонны. Целью расчета ректификационных колонн, как и абсорберов является определение их диаметра и высоты. Последовательность расчета следующая: из материального баланса рассчитывается количество дистиллята и кубового остатка; определяется минимальное и действительное флегмовое число и расход пара по высоте колонны; зная расход пара, рассчитывают его скорость, по которой определяется диаметр колонны.

Высота тарельчатой и насадочной колонны, как и абсорберов, рассчитывается по числу теоретических тарелок или через число и высоту единиц переноса; составляется тепловой баланс колонны и определяется расход греющего пара куба колонны; рассчитывается гидравлическое сопротивление колонны.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия позволяют осуществить единый подход к изучению основных процессов химической технологии и тем самым получить широкую техническую подготовку, основанную на знаниях, полученных при решении реальных задач. Указанные особенности практических занятий позволяют формировать как общепрофессиональные, так и профессиональные компетенции студента.

Решение практических задач на занятиях каждый студент выполняет индивидуально и оформляет решение с выводами в отдельной тетради по практическим занятиям.

Пример практического занятия приведен ниже.

Практическое занятие №1

Основное уравнение гидростатики, уравнение Бернулли и их практическое применение. Основные параметры насосов. Напор насоса и высота всасывания. Совместная работа насоса и сети

Цель занятия – закрепление теоретического материала по гидростатике и гидродинамике, насосам.

Предварительно производится опрос студентов по гидростатике, гидродинамике, насосам. Затем решением задач типа 1.6, 1.7, 1.13, 1.23, 1.35 /*/ показывается практическое применение основного уравнения гидростатики, закона Паскаля, уравнения Бернулли и насосов.

*Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу Процессы и аппараты химической технологии: уч. пособие для вузов. – М.: Альянс, 2007. -537 с.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные работы проводятся на полупромышленных установках, позволяющих экспериментально определять влияние основных параметров на технологический процесс. Обработка полученных данных позволяет сравнивать опытные и рассчитанные параметры. Методические указания студенты получают в бумажном и электронном видах.

Отчёт по выполненной лабораторной работе составляется каждым студентом индивидуально и защищается им. Структура отчёта должна соответствовать СТО ИНИТУ .027-2021. При оформлении отчёта следует соблюдать требования СТО ИНИТУ .005-2020.

Пример методического указания по выполнению лабораторных работ приведены ниже. Лабораторная работа №1 «Изучение гидродинамики тарельчатой и насадочной колонн»
Цель работы: Экспериментально определить гидравлическое сопротивление сухих и орошаемых контактных элементов – тарелок и насадок. Сопоставить измеренные величины с рассчитанными по эмпирическим зависимостям.

Приборы и принадлежности: лабораторная установка, которая состоит из двух прозрачных колонн с внутренним диаметром 200 мм. Воздух подается в нижнюю часть колонны, а вода поступает в верхнюю. Для определения расходов воздуха и воды имеются ротаметры, снабженные калибровочными графиками. Тарельчатая колонна имеет 4 колпачковых тарелки. Расстояние между тарелками $H_{\text{мт}} = 0,182$ м. Насадочная колонна имеет слой насадки из колец Рашига высотой 300 мм.

Работа выполняется в следующем порядке. Производят измерения гидравлического сопротивления (перепада давлений) вначале сухих тарелок при нескольких расходах воздуха. Измерение осуществляют с помощью дифманомера. Затем подают орошение колонны и производят измерения перепада давлений при тех же расходах воздуха. Расходы воздуха и воды устанавливают по показаниям ротаметров по заданию преподавателя. Аналогично выполняют работу на насадочной колонне. Вначале измеряют гидравлическое сопротивление сухой насадки для различных расходов воздуха, а затем при постоянном расходе воды на орошение колонны измеряют сопротивление при тех же расходах воздуха.

Для выполнения работы подгруппа разбивается на две команды, каждая из которых выполняет эксперименты на установке по исходным данным заданным преподавателем, исследуя влияние расхода воздуха и воды на гидравлические сопротивления тарелок и насадки.

По результатам опытов проводят расчеты гидравлического сопротивления тарельчатой и насадочной колонн. Для сравнения строят графические зависимости опытных и рассчитанных сопротивлений от скорости воздуха в колоннах с использованием программ Mathcad, Excel.

*Губанов Н.Д. Процессы и аппараты химической технологии: лаб. практикум. – Иркутск, 2020. – 66с.

5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа студента (СР) предусмотрена образовательным стандартом. СР является видом занятий по дисциплине, выполняемое студентом самостоятельно вне аудиторных занятий.

Целью СР является подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, изучение отдельных тем дисциплины по рекомендуемой литературе и выполнении курсового проекта. Это позволяет студенту приобрести навыки самостоятельной работы с различными источниками теоретической информации и проектирования аппаратов.

При изучении тем студент обязан основательно проработать и законспектировать изучаемый материал со всеми математическими выводами.

При выполнении схем аппаратов и изучении их устройств и принципов работы следует обращать внимание на достоинства и недостатки в конструкции и работе аппаратов с целью их дальнейшего совершенствования.

Подготовка к защите отчётов по лабораторным работам заключается в изучении теоретического материала исследуемого процесса для ответов на контрольные вопросы, приведённые в методических указаниях. Требования к оформлению отчётов приведены в СТО ИРНТУ .027-2021.

При самостоятельном изучении тем студенты используют рекомендуемую литературу и электронные ресурсы, приведённые ниже. Теоретический материал, устройство, принцип действия и схемы аппаратов конспектируются в тетрадях для лекций с пометкой «самостоятельная работа». Подготовка к экзамену осуществляется по контрольным вопросам с использованием лекционного материала, рекомендуемой литературы и электронных образовательных ресурсов.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устное собеседование по контрольным вопросам

Критерии оценивания.

Знает основные технические средств измерения параметров технологических процессов, свойств сырья и готовой продукции. Успешно демонстрирует знание физико-химических основы технологических процессов; умеет читать технологические схемы; владеет технологиями производства товарной продукции.

6.1.2 учебный год 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устное собеседование по контрольным вопросам

Критерии оценивания.

Знает основные технические средств измерения параметров технологических процессов, свойств сырья и готовой продукции. Успешно демонстрирует знание физико-химических основы технологических процессов; умеет читать технологические схемы; владеет технологиями производства товарной продукции.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания
---	----------------------------	-------------------------------------

		промежуточной аттестации
ПКО-1.3	Знает основные технические средств измерения параметров технологических процессов, свойств сырья и готовой продукции. Успешно демонстрирует знание физико-химических основы технологических процессов; умеет читать технологические схемы; владеет технологиями производства товарной продукции.	Устный опрос

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Студент приходит на экзамен с зачётной книжкой и паспортом. Получает экзаменационный билет, готовится в течение не менее 20 минут. После подготовки отвечает на вопросы экзаменационного билета. При необходимости ему задаются дополнительные вопросы.

Пример задания:

Примеры экзаменационных билетов

Экзаменационный билет № 1

Иркутский национальный
исследовательский технический
университет

по дисциплине процессы и аппараты

химической технологии

Профиль подготовки ХТбз

1. Барботаж газа (пара)
2. Дистилляция. Материальный баланс.
3. Отстойник с наклонными перегородками
4. Кожухотрубчатые теплообменники одно- и многоходовые.

Билет составил Губанов Н.Д.

Утверждаю: «__» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой ХТ _____

Экзаменационный билет № 2

Иркутский национальный
исследовательский технический
университет

по дисциплине процессы и аппараты

химической технологии

Профиль подготовки ХТбз

1. Определение рабочих точек центробежных насосов.
2. Равновесие при абсорбции. Расход абсорбента.
3. Отстойник непрерывного действия с гребками.
4. Кожухотрубчатый теплообменник с линзовым компенсатором.

Билет составил Губанов Н.Д.

Утверждаю: «__» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой ХТ _____

Экзаменационный билет № 3

Иркутский национальный
исследовательский технический
университет

по дисциплине процессы и аппараты
химической технологии

Профиль подготовки ХТбз

1. Характеристики центробежных насосов.
2. Число единиц переноса.
3. Шнековая центрифуга НОГШ
4. Теплообменник с плавающей головкой.

Билет составил Губанов Н.Д.

Утверждаю: «__» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой ХТ _____

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы	наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала	наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике	наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы

6.2.2.2 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Студент делает доклад по выполненному курсовому проекту. Оценка курсового проекта основана на знаниях выполнения конструкторской документации и владении практическими навыками технологических расчетов основных процессов и аппаратов химической технологии.

Пример задания:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

З А Д А Н И Е
НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

По курсу Процессы и аппараты химической технологии
Студенту гр. _____

(Фамилия, инициалы)

Тема проекта: Проектирование насадочной ректификационной колонны для разделения смеси _____

Исходные данные:

Расход исходной смеси, кг/с _____

Состав исходной смеси, % мольн. _____

Состав дистиллята, % мольн. _____

Состав кубового остатка, % мольн. _____

Давление в колонне, МПа _____ атмосферное

Рекомендуемая литература:

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию. Под ред. Дытнерского Ю.И. –М.: ООО ИД «Альянс», 2008.
2. Александров И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. –М.: Химия, 1978.
3. Ульянов Б.А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. –Ангартск, 2006.
4. Расчёт и проектирование массообменных аппаратов. Под ред. А.Н. Острикова. СПб.: Изд-во «Лань», 2015.

Графическая часть на 1 листе

Дата выдачи задания « » 202 г.

Задание получил _____

Подпись

И.О. Фамилия

Дата представления проекта руководителю «___» 202 г.

Руководитель курсового проектирования _____ Н.Д. Губанов_

6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
---------	--------	-----------------------	---------------------

Продемонстрированы навыки выполнения конструкторской документации; решена поставленная задача, пояснительная записка соответствует курсовой работе и оформлена согласно СТО 005-2020 ИРНИТУ. Сложность и глубина разработки темы подтверждена правильностью ответов на вопросы на защите	Продемонстрированы навыки выполнения конструкторской документации; решена поставленная задача, пояснительная записка соответствует курсовой работе и оформлена согласно СТО 005-2020 ИРНИТУ, но есть незначительные ошибки при представлении полученных результатов	Продемонстрированы навыки выполнения конструкторской документации; решена поставленная задача, пояснительная записка соответствует курсовой работе и оформлена согласно СТО 005-2020 ИРНИТУ, но присутствуют ошибки в изложении материала, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов	грубые ошибки в работе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.
--	---	---	---

7 Основная учебная литература

1. Ульянов Б. А. Процессы и аппараты химической технологии в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов по хим.-технол. направлениям и специальностям / Б. А. Ульянов, В. Я. Бадеников, В. Г. Ликучев, 2006. - 743.
2. Фролов В. Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" : учеб. пособие / В. Ф. Фролов, 2003. - 606.
3. Процессы и аппараты химической технологии : программа, контрольные вопросы и методические указания по курсовому проектированию для специальности "Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов" заочной формы обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2003. - 18.
4. Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию / Г. С. Борисов [и др.] ; ред. Ю. И. Дытнерский, 2008. - 493.
5. Дытнерский. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов : в 2 кн. Ч. 1 : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты, 2002. - 399.
6. Дытнерский. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов : в 2 кн. Ч. 2 : Массообменные процессы и аппараты, 2002. - 367.
7. Таранцева К. Р. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды [Электронный ресурс] : учебное пособие / К. Р. Таранцева, К. В. Таранцев, 2022. - 411.
8. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для химико-технологических специальностей вузов / А. Г. Касаткин, 2008. - 750.

9. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для студентов химико-технологических специальностей вузов / А. Г. Касаткин, 2009. - 750.
10. Комиссаров Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие для подгот. бакалавров , магистров и дипломир. специалистов высш. учеб. заведений , обучающихся по хим.-тех. направлениям "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии и биотехнологии", "Химическая технология и биотехнология" / Ю. А. Комиссаров , Л. С. Гордеев , Д. П. Вент, 2011. - 1229.
11. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин, 2014. - 750.
12. Ульянов Б. А. Приложение к Процессы и аппараты химической технологии в примерах и задачах / Б. А. Ульянов, В. Я. Бадеников, В. Г. Ликучев, 2006. - 1 эл. опт. диск
13. Губанов Н. Д. Процессы и аппараты химической технологии : лабораторный практикум / Н. Д. Губанов, 2020. - 66.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Дытнерский. Процессы и аппараты химической технологии : учеб. для хим.-технол. специальностей вузов : в 2 кн. Ч. 1 : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты, 2002. - 399, [1].
2. Дытнерский. Процессы и аппараты химической технологии : учеб. для хим.-технол. специальностей вузов : в 2 кн. Ч. 2 : Массообменные процессы и аппараты, 2002. - 367, [1].
3. Таранцева К. Р. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды : учебное пособие для вузов по направлению 20.03.01 (280200) "Техносферная безопасность" / К. Р. Таранцева, К. В. Таранцев, 2017. - 410.
4. Комиссаров. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов: в 5 ч. Ч. 1, 2020. - 216.
5. Комиссаров. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов: в 5 ч. Ч. 2, 2020. - 227.
6. Комиссаров. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов: в 5 ч. Ч. 3, 2020. - 246.
7. Комиссаров. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов: в 5 ч. Ч. 5, 2020. - 208.
8. Плановский А. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для техникумов / А. Н. Плановский, В. М. Рамм, С. З. Каган, 1966. - 847.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. MS Office Professional Plus Education ALNG
2. NanoCAD + NanoCAD СПДС 21
3. PTC MathCAD15 english_поставка_2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 318143 Комплект полупромыш. оборудования
2. Автоматизированная ректификационная установка
3. 317220 Измеритель температуры Т-СМ 12шт
4. Мешалка верхнеприводная ММ-1000 (с МА-1, штативом и креплением)
5. Потенциометр ПКЦ -12 к теплообменнику N-1314
6. Устройство контроля температуры УКТ38-Щ4.ТС
7. Манометр наклонный дифференциального давления А2G-30