

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе
_____ М.А. Смирнов
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины общепрофессионального цикла ОП.10
«Процессы и аппараты»

Форма обучения – очная
Специальность: 18.02.14 Химическая технология производства химических соединений

Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»

Тверь 20__

Рабочая программа дисциплины предназначена для подготовки студентов среднего профессионального образования и соответствует ОХОП подготовки специалистов среднего звена на базе основного общего образования в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:

В.Ю. Долуда

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БХС
«16» июня 2025 г., протокол № 16.

Заведующий кафедрой

М.Г. Сульман

Согласовано:
Начальник УМО

Е.Э. Наумова

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Общая характеристика рабочей программы дисциплины общепрофессионального цикла

1.1 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы СПО

Дисциплина общепрофессионального цикла ОП.10 Процессы и аппараты является обязательной частью профессионального цикла образовательной программы СПО в соответствии с ФГОС по специальности 18.02.14 Химическая технология производства химических соединений, срок обучения – 3 года 10 месяцев.

1.2. Цели и планируемые результаты освоения дисциплины

Задачами дисциплины являются:

- освоение методов расчета аппаратов: изучение методик и алгоритмов расчета производительности, мощности, эффективности аппаратов химических производств;

-формирование навыка разработки технологических схем производственных участков: подбор оборудования, расчет материальных потоков и оценка экономической целесообразности;

-формирование представления об основных принципах управления процессами и агрегатами, поддержания стабильности технологического режима и предупреждения нарушений нормальной работы оборудования.

Цель дисциплины ОП.10 Процессы и аппараты: теоретическое изучение основных видов процессов и аппаратов: рассмотрение различных видов теплообмена, перемешивания, фильтрации, сушки, дистилляции, абсорбции и других процессов, широко применяемых в химической, фармацевтической, нефтеперерабатывающей и других видах промышленности.

Планируемые результаты освоения дисциплины общепрофессионального цикла в соответствии с ФГОС СПО и на основе ФГОС СОО. Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1., ПК 1.2, ПК 1.4.

Таблица 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

Код и наименование формируемых компетенций	Умения	Знания	Практический опыт
ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; определять этапы	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в	подбора основного и вспомогательного оборудования для проведения технологических процессов подготовки установки к работе пуска и остановки

	решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника); определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации; выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска; оценивать практическую значимость результатов поиска применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное	профессиональной и смежных областях; основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте; методы работы в профессиональной и смежных сферах; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности; номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации; современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства; психологические основы деятельности коллектива; правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности;	машин и аппаратов расчетов параметров машин и аппаратов и отдельных элементов ведения технологических процессов в соответствии с технологической картой
--	--	---	--

	программное обеспечение в профессиональной деятельности; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач; организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности; соблюдать нормы экологической безопасности; определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по специальности; организовывать профессиональную деятельность с соблюдением принципов бережливого производства; организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона; эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях; понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые	пути обеспечения ресурсосбережения; принципы бережливого производства; основные направления изменения климатических условий региона; правила поведения в чрезвычайных ситуациях; правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения и правила чтения текстов профессиональной направленности; классификацию основных процессов и технологического оборудования производства химических веществ; классификацию основных процессов и технологического оборудования производства неорганических веществ; основные требования, предъявляемые к	
--	---	---	--

	профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы; осуществлять эксплуатацию оборудования и коммуникаций в заданном режиме; своевременно выявлять и устранять неполадки в работе оборудования; проверять работу систем, узлов и механизмов оборудования осуществлять безопасное обслуживание оборудования и коммуникации в заданном режиме; подготавливать оборудование к ремонтным работам и принимать оборудование из ремонта; выполнять несложный ремонт оборудования и коммуникаций производить пуск оборудования после	оборудованию; устройство и принципы действия типового оборудования и арматуры; эксплуатационные особенности оборудования и правила его безопасного обслуживания.	
--	---	---	--

	всех видов ремонта; рассчитывать основные параметры аппаратов и выбирать оборудование для проведения процессов производства химических веществ; обосновывать выбор конструкционных материалов.		
--	--	--	--

2. Структура и содержание дисциплины общепрофессионального цикла

2.1. Объем учебной дисциплины и виду учебной работы

Таблица 2. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Объем в часах
Объем образовательной программы дисциплины	198
Основное содержание	140
В том числе:	
Теоретическое обучение (ТО)	31
Практические занятия (ПЗ)	62
Лабораторные занятия (ЛР)	47
Самостоятельная работа	54
В том числе:	
Курсовой проект	30
Другие виды самостоятельной работы	24
Промежуточная аттестация	4
Зачет	Не предусмотрено
Дифференцированный зачет	4
Экзамен	Не предусмотрено
ИТОГО	198

2.2. Тематический план и содержание дисциплины

2.2.1. Тематический план

Таблица 3. Содержание учебного материала

№	Наименование разделов и тем	Объем часов	ТО	ПЗ	ЛР	СР	Формируемые компетенции
1	Раздел 1. Гидромеханические процессы и аппараты	75	12	20	20	23	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
	Тема 1.1 Общие вопросы прикладной гидромеханики в химической технологии	23	4	4	10	5	
	Тема 1.2 Перемещение жидкостей и газов	19	4	4	5	6	
	Тема 1.3 Разделение жидких и газовых гетерогенных систем	17	2	4	5	6	

	Тема 1.4 Перемешивание в жидких средах	16	2	8	-	6	
2	Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты	35	10	24	-	1	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
	Тема 2.1 Основы теплопередачи	10	2	8	-	-	
	Тема 2.2 Источники энергии. Теплообменная аппаратура	11	3	8	-	-	
	Тема 2.3 Выпаривание растворов. Кристаллизация. Искусственное охлаждение	13	5	8	-	-	
3	Раздел 3. Массообменные процессы и аппараты	50	5	18	27	-	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
	Тема 3.1 Основы массопередачи	13	1	2	10	-	
	Тема 3.2 Сорбционные процессы	19	1	8	10	-	
	Тема 3.3 Дистилляция и ректификация	14	1	6	7	-	
	Тема 3.4 Экстракция	3	1	2	-	-	
	Тема 3.5 Сушка	1	1	-	-	-	
4	Раздел 4. Механические процессы и аппараты	4	4	-	-	-	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
	Тема 4.1 Измельчение твердых материалов	2	2	-	-	-	
	Тема 4.2 Дозирование и смешивание твердых материалов	2	2	-	-	-	
	Курсовой проект	30					
	Промежуточная аттестация	4					
	Всего на дисциплину	198	31	62	47	24	

2.2.2. Содержание дисциплины

РАЗДЕЛ 1 «Гидромеханические процессы и аппараты»

Тема 1.1 «Общие вопросы прикладной гидромеханики в химической технологии». Введение. Роль предмета в будущей специальности. Классификация процессов и аппаратов. Основные законы, лежащие в основе расчетов процессов и аппаратов. Гидростатика. Гидростатическое давление жидкости на дно и стенки сосуда. Гидродинамика. Объемный и массовый расходы жидкости, линейная и массовая скорости, их взаимосвязь. Материальный баланс потока жидкости. Энергетический баланс, принцип составления тепловых балансов. Уравнение Бернулли, геометрический смысл уравнения Бернулли. Гидродинамические режимы вязкой жидкости. Теория

подобия, критерии гидродинамического подобия. Гидродинамическое сопротивление трубопроводов.

Тема 1.2 «Перемещение жидкостей и газов». Трубопроводы, их устройство, соединение, арматура, материал изготовления, расчет трубопроводов. Классификация гидравлических машин, основные параметры. Насосы динамического типа. Центробежные и поршневые насосы, их конструкция и работа. Перемещение, сжатие и разрежение газов. Поршневые компрессоры, их конструкция и работа.

Тема 1.3 «Разделение жидких и газовых гетерогенных систем». Классификация гетерогенных систем, способы их разделения. Разделение в поле сил тяжести. Скорость осаждения. Расчет поверхности осаждения. Конструкция отстойников для жидких смесей. Разделение в поле сил давления. Фильтрование жидких и газовых неоднородных систем. Фильтрующие перегородки, требования к ним. Скорость фильтрования. Классификация фильтров. Разделение в поле инерционных сил. Центробежная очистка газовых неоднородных систем. Центробежное отстаивание, центробежное фильтрование.

Тема 1.4 «Перемешивание в жидких средах». Перемешивание, назначение процесса перемешивания. Способы и режим перемешивания. Типы механических мешалок, и их основные характеристики.

РАЗДЕЛ 2 «Тепловые процессы и аппараты»

Тема 2.1 «Основы теплопередачи». Сущность и назначение процессов передачи теплоты. Способы теплопередачи. Механизм передачи теплоты (конвекция, теплопроводность, лучеиспускание). Тепловые нагрузки при нагревании, охлаждении, конденсации, испарении. Тепловые балансы с изменением и без изменения фазового состояния. Теплопроводность. Закон Фурье. Теплопроводность твердых, жидких и газообразных веществ. Коэффициент теплопроводности, его физический смысл и размерность. Естественная и вынужденная конвекция. Уравнение передачи теплоты конвекцией (уравнение теплоотдачи). Коэффициент теплоотдачи, его физический смысл и размерность. Тепловое подобие. Критерии теплового подобия, их физический смысл. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи, его физический смысл и назначение. Коэффициент теплопередачи, его физический смысл и размерность. Движущая сила процесса теплопередачи. Взаимное направление теплоносителей, его выбор. Определение средней температуры теплоносителей и температуры стенок со стороны горячего и холодного теплоносителей. Потери температуры в окружающую среду.

Тема 2.2 «Источники энергии. Теплообменная аппаратура». Топливо-энергетическая база России. Первичные и вторичные источники энергии. Способы подвода и отвода энергии. Нагревающие и охлаждающие агенты. Теплообменная аппаратура. Классификация теплообменников. Поверхностные теплообменники с трубчатой поверхностью теплообмена, спиральные, блочные, аппараты с рубашками. Конструкционный материал для изготовления теплообменной аппаратуры.

Тема 2.3 «Выпаривание растворов. Кристаллизация. Искусственное охлаждение». Сущность и назначение процесса выпаривания. Способы выпаривания. Виды циркуляции раствора в выпарном аппарате. Конструкция выпарного аппарата. Классификация выпарных аппаратов. Материальный баланс процесса выпаривания. Температура кипения раствора, температурные потери. Многокорпусное выпаривание, его цель. Сущность и назначение процесса кристаллизации, способы проведения процесса, стадии и условия получения кристаллов заданного размера. Сущность процесса искусственного охлаждения, его применение в химической промышленности. Способы получения искусственного холода. Компрессорные машины, их основные узлы. Работа компрессорной холодильной машины.

РАЗДЕЛ 3. Массообменные процессы и аппараты

Тема 3.1 «Основы массопередачи». Процессы межфазного массообмена, их характеристика и применение для разделения гомогенных гетерогенных систем. Способы выражения состава фаз. Равновесие между фазами. Материальный баланс процесса массопередачи. Уравнение рабочей линии процесса массообмена. Уравнение массопередачи, уравнение молекулярной диффузии и конвективной диффузии, их физический смысл. Коэффициенты массопередачи, диффузии и массоотдачи, их размерность. Движущая сила процесса массопередачи. Средняя движущая сила, способы ее нахождения. Число единиц переноса, высота единицы переноса. Рабочая высота аппарата.

Тема 3.2 «Сорбционные процессы». Сущность и назначение процесса абсорбции, его применение в химической технологии. Абсорбция для разделения гомогенных газовых систем. Абсорбенты, требования к ним. Физическая абсорбция и хемосорбция. Десорбция. Равновесие между фазами. Закон Генри. Влияние температуры и давления на растворимость газов в жидкостях. Материальный баланс процесса абсорбции. Степень извлечения компонента. Расход абсорбента. Взаимное положение равновесной и рабочей линии процесса абсорбции. Методика построения линии равновесия и рабочей линии процесса абсорбции. Классификация абсорберов. Гидродинамика насадочных и барботажных абсорберов. Гидравлическое сопротивление насадочных и барботажных абсорберов. Сущность и назначение процесса адсорбции, его применение в химической технологии. Промышленные адсорбенты, требования к ним. Межфазное равновесие в процессах адсорбции. Классификация адсорберов.

Тема 3.3 «Дистилляция и ректификация». Сущность и назначение процессов дистилляции и ректификации, их применение в химической промышленности. Равновесие между паром и жидкостью. Закон Рауля. Материальный баланс процесса ректификации, уравнение рабочей линии процесса. Минимальное и рабочее флегмовое число. Построение диаграммы «х-у» и «t-х, у». Графоаналитический расчет непрерывной ректификации.

Тема 3.4 «Экстракция». Сущность и назначение процесса экстракции. Экстрагенты, требования к ним. Стадии экстракции. Жидкостная и твердо-жидкостная экстракция. Материальный баланс процесса экстракции.

Тема 3.5 «Сушка». Сущность и назначение процесса сушки. Способы сушки, свойства влажного и сухого воздуха. Материальный баланс сушки. Классификация сушильной аппаратуры.

РАЗДЕЛ 4. Механические процессы и аппараты

Тема 4.1 «Измельчение твердых материалов». Сущность процесса измельчения. Степень измельчения и его назначение. Способы и виды измельчения. Классификация машин для измельчения.

Тема 4.2 «Дозирование и смешивание твердых материалов». Сущность и назначение процессов дозирования и смешивания материалов, их применение в химической промышленности.

Таблица 4. Тематика практических занятий

№ Темы	Тематика практического занятия	Объем, акад. ч.	Формируемые компетенции
1.1	Определение гидростатического давления жидкости на дно сосуда, скорости движения жидкости, расход жидкости.	4	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
1.2	Расчет трубопровода, подбор диаметра по ГОСТ.	4	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
1.3	Расчет циклона и подбор его по каталогу	4	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
1.4	Выбор типа мешалки. Расчет мощности на валу мешалки. Подбор мешалки по ГОСТ.	8	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
2.1	Составление тепловых балансов, определение расходов теплоносителей, коэффициент теплоотдачи и теплопередачи.	8	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
2.2	Расчет ориентировочной поверхности кожухотрубчатого теплообменника и подбор его по каталогу.	8	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
2.3	Определение температуры кипения, полезного температурного напора, расхода первичного греющего пара в однокорпусной выпарной установке.	8	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
3.1	Пересчет состава фаз. Построение рабочей линии процесса массопередачи.	2	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
3.2	Определение насадочного абсорбера, подбор аппарата по	4	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01,

	ГОСТ.		ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
3.2	Изучение конструкции и работы абсорбционной установки. Вычерчивание схемы абсорбционной установки по требованиям ЕСКД.	4	
3.3	Материальный баланс процесса ректификации. Пересчет состава фаз.	3	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
3.3	Определение теоретического числа тарелок ректификационной колонны.	3	
3.4	Определение диаметра насадочного экстрактора, подбор аппарата по каталогу.	2	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09

Таблица 5. Тематика лабораторных работ

№ Темы	Тематика лабораторного занятия	Объем, акад. ч.	Формируемые компетенции
1.1	Наблюдение и расчет режима движения жидкости.	5	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
1.1	Определение гидравлического сопротивления трубопроводов.	5	
1.2	Снятие характеристик центробежного насоса.	5	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
1.3	Определение скорости свободного осаждения твердой частицы в жидкой среде.	5	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
3.1	Пересчет состава фаз. Построение рабочей линии процесса массопередачи.	10	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
3.2	Степень извлечения компонента. Расход абсорбента.	10	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09
3.3	Графоаналитический расчет непрерывной ректификации	7	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09

3. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

Основными целями самостоятельной работы студентов является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и

неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным и практическим занятиям; к текущему контролю успеваемости; подготовке к промежуточной аттестации.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на самостоятельную работу. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы лабораторных/практических занятий. Оценивание осуществляется по содержанию и качеству выполненного задания. Форма оценивания – зачет.

Критерии оценивания:

«зачтено» выставляется студенту за задание, выполненное полностью. Допускаются минимальные неточности в расчетах.

«не зачтено» выставляется студенту за не полностью выполненное задание и/или при наличии грубых ошибок.

Не зачтенные задания студент должен исправить в часы, отведенные на СРС, и сдать на проверку снова.

4. Условия реализации общепрофессиональной дисциплины

4.1. Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы предусмотрены следующие специальные помещения: лаборатория «Процессы и аппараты», оснащенная в соответствии с ОП СПО по специальности 18.02.14 Химическая технология производства химических соединений.

Помещение для самостоятельной работы: библиотека с читальным залом, оснащенная в соответствии с Приложением 3 ОХОП-П, библиотечный фонд.

4.2. Учебно-методическое обеспечение

4.2.1 Основная литература по дисциплине

1. Пилипенко, Н.И. Процессы и аппараты : учебник для среднего проф. образования : в составе учебно-методического комплекса / Н.И. Пилипенко, Л.Ф. Пелевина. - М. : Академия, 2008. - 329 с. - (Среднее профессиональное образование. Технология продаваемых товаров) (УМК-У). - Библиогр. : с. 327. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-4333-3 : 350 р. 90 к.

4.2.2 Дополнительная литература по дисциплине

1. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для студентов хим-технол. спец. в : в 2 ч. Ч. 1 : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и

аппараты / Ю.И. Дытнерский. - 2-е изд. - Москва : Химия, 1995. - 400 с. : ил. - ISBN 5-7245-1006-5 : 9 р. 40 к.

2. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для студентов хим.-технол. спец. : в 2 кн. : в 2 ч. Ч. 2 : Массообменные процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. - 2-е изд. - Москва : Химия, 1995. - 368 с. : ил. - (Для высшей школы). - ISBN 5-7245-1007-3 : 9 р. 40 к.

3. Комиссаров, Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов : в 5 частях. Часть 2 / Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент; под редакцией Ю. А. Комиссарова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2024. - 227 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Дата обращения 10.10.2024. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-534-09101-4.

4. Машины и аппараты химических производств : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / А.С. Тимонин [и др.]. - Калуга : Изд-во Н.Ф. Бочкаревой, 2008. - 871 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-89552-227-1 : 840 р.

5. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / В.Ю. Долуда [и др.]; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2025. - 184 с. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-1393-1 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/185333>. - (ID=185333-1)

6. Иванов, Г.Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие : в составе учебно-методического комплекса / Г.Н. Иванов. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0769-5 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/108787>. - (ID=108787-1)

7. Процессы и аппараты химических производств : учебно-метод. пособие / сост.: И.В. Бобров, Т.С. Копылова, В.В. Лебедев, В.В. Шелгунов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. МАХП ; под общ. ред. В.В. Бескоровайного. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - Сервер. - CD. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/81754>. - (ID=81754-2)

4.3. Программное обеспечение по дисциплине

- ОС "Альт Образование" 8
- Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v18 для преподавателя

Программное обеспечение КОМПАС-3D v18

- МойОфис Стандартный

- WPS Office

- Libre Office

- Lotus Notes!Domino,

- LMS Moodle

- Marc-SQL

- MegaПро,

- Office для дома и учебы 2013

- 7zip,
- «Консультант Плюс»
- «Гарант»
- ОС РЕД ОС
- 1С:Предприятие 8.
- ПО РІХ.

4.4. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)]

5. Контроль и оценка результатов освоения общепрофессиональной дисциплины

Результаты обучения должны быть ориентированы на получение компетенций для последующей профессиональной деятельности как в рамках данной предметной области, так и в смежных с ней областях. Они включают в себя результаты освоения дисциплины общепрофессионального цикла в соответствии с ФГОС СПО и на основе ФГОС СОО.

Таблица 6. Оценочные мероприятия освоения дисциплины

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
- знать классификации и физико-химических основ процессов химической технологии; характеристики основных процессов химической технологии: гидромеханических, механических, тепловых и	демонстрирует знания: классификации и физико-химических основ процессов химической технологии; характеристик основных процессов химической технологии: гидромеханических, механических, тепловых и	Устный опрос; Оценка результатов практической работы; Оценка результатов текущего контроля; Самооценка своего знания, осуществляемая обучающимися; Промежуточная

массообменных; методик расчета материального и теплового балансов процессов и аппаратов; методов расчета и принципы выбора основного и вспомогательного технологического оборудования; типичных технологических систем химических производств и их аппаратное оформление; основных типов, устройств и принципов действия основных машин и аппаратов химических производств; принципов выбора аппаратов с различными конструктивными особенностями.	массообменных; расчетов материального и теплового балансов процессов и аппаратов; расчетов и принципов выбора основного и вспомогательного технологического оборудования; типичных технологических систем химических производств и их аппаратное оформление; основных типов, устройств и принципов действия основных машин и аппаратов химических производств; принципов выбора аппаратов с различными конструктивными особенностями.	аттестация
- уметь		
читать, выбирать, изображать и описывать технологические схемы; выполнять материальные и энергетические расчеты процессов и аппаратов; выполнять расчеты характеристик и параметров конкретного вида оборудования; обосновывать выбор конструкции оборудования для конкретного производства; обосновывать целесообразность выбранных технологических схем; осуществлять подбор стандартного оборудования по каталогам и ГОСТам	демонстрирует умения читать, выбирать, изображать и описывать технологические схемы; выполнять материальные и энергетические расчеты процессов и аппаратов; выполнять расчеты характеристик и параметров конкретного вида оборудования; обосновывать выбор конструкции оборудования для конкретного производства; обосновывать целесообразность выбранных технологических схем; осуществлять подбор стандартного оборудования по каталогам и ГОСТам.	
- практический опыт		
подбора основного и вспомогательного оборудования для проведения технологических процессов подготовки установки к	Демонстрирует навыки: расчета основного химико-технологического оборудования подбора основного и вспомогательного оборудования согласно технологической схеме	

работе пуска и остановки машин и аппаратов расчетов параметров машин и аппаратов и отдельных элементов ведения технологических процессов в соответствии с технологической картой	и технологическому регламенту	
---	-------------------------------	--

5.1. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

Фонды оценочных средств (далее ФОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу учебной дисциплины «Процессы и аппараты».

ФОС включают контрольные материалы для проведения итоговой аттестации в форме дифференцированного зачета.

ФОС разработаны на основании основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки специальности СПО 18.02.14 Химическая технология производства химических соединений.

1. Оценочные средства для текущего контроля.

Текущий контроль проводится в форме домашнего задания для самостоятельного выполнения. Результаты фиксируются в образовательной платформе, на которой зарегистрированы студенты и преподаватель.

2. Оценочные средства для промежуточного контроля

Формой аттестации по дисциплине является дифференцированный зачет. Итогом дифференцированного зачета является оценка знаний и умений обучающегося по пятибалльной шкале.

Условия проведения дифференцированного зачета:

дифференцированный зачет проводится по вариантам.

Задания предусматривают одновременную проверку усвоенных знаний и усвоенных умений по всем темам программы. Ответы предоставляются письменно.

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для контроля сформированности знаний, 1 вопрос для контроля сформированности умений и навыков).

Продолжительность – 45 минут.

Шкала оценивания промежуточной аттестации – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для контроля сформированности знаний:

ниже базового - 0 балл;
базовый уровень – 1 балл;
выше базового – 2 балла.

для контроля сформированности умений:

отсутствие умения – 0 балл;
наличие умения – 2 балла.

Критерии итоговой оценки за дифференциальный зачет:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Для контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на итоговом контрольном испытании;

методические материалы, определяющие процедуру проведения итогового испытания и проставления зачёта.

Задание выполняется письменно и/или с использованием ЭВМ.

База вопросов, предъявляемая обучающимся на контрольном испытании (семестр 5).

1) Роль самоорганизации и самообразования в изучении дисциплины. Предмет и задачи дисциплины. Понятие процесса, аппарата, машины.

2) Роль самоорганизации и самообразования в изучении дисциплины. Основы классификации типовых процессов и аппаратов ХТ.

3) Роль самоорганизации и самообразования в изучении дисциплины. Расчет процесса и аппарата: основные цели, задачи и этапы. Понятие о движущих силах процесса.

4) Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Материальный и тепловой балансы процесса и аппарата.

5) Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Законы равновесия: основной закон гидростатики.

6) Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Равновесие паро-жидких систем: фазовые диаграммы и их уравнения.

7) Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Физическое моделирование и его принципы.

8) Выбор технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения. Математическое моделирование и его этапы.

9) Гидромеханические процессы: общие сведения. Виды задач гидродинамики.

10) Понятие жидкости в гидродинамике. Вязкость.

11) Режимы течения реальных жидкостей.

12) Уравнение неразрывности потока.

13) Уравнение Д. Бернулли для идеальной жидкости.

- 14) Уравнение Д. Бернулли для реальной жидкости.
- 15) Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов. Методы расчета.
- 16) Расчет оптимального диаметра трубопровода.
- 17) Гидродинамика неподвижного слоя зернистого материала.
- 18) Гидродинамика псевдоожигенного слоя зернистого материала.
- 19) Гидродинамическая структура потоков. Основные понятия.
- 20) Перемещение жидкостей. Основные понятия.
- 21) Термодинамические основы сжатия газов.
- 22) Перемещение газов. Основные понятия.
- 23) Неоднородные системы в химической технологии и их характеристика. Материальный баланс разделения неоднородных систем.
- 24) Отстаивание. Основные понятия, оборудование.
- 25) Скорость осаждения частиц в вязкой среде и методы ее расчета.
- 26) Расчет отстойников: основные принципы.
- 27) Фильтрование. Основные понятия, оборудование.
- 28) Фильтрование при $p = \text{const}$ и $w = \text{const}$.
- 29) Определение постоянных в уравнении фильтрования.
- 30) Очистка газов в электрическом поле.

База вопросов, предъявляемая обучающимся на контрольном испытании (семестр 6).

- 1) Центробежная сила и фактор разделения.
- 2) Отстойное центрифугирование. Основные понятия, оборудование.
- 3) Фильтрующее центрифугирование. Основные понятия, оборудование.
- 4) Циклонный процесс. Основные понятия, оборудование.
- 5) Сухая и мокрая очистка газов.
- 6) Перемешивание. Основные понятия, оборудование.
- 7) Основы расчета и выбора мешалок.
- 8) Механические процессы. Основные понятия, оборудование.
- 9) Основы расчета измельчителей. Основные принципы.
- 10) Тепловые процессы и аппараты. Общая характеристика.
- 11) Промышленные способы подвода и отвода тепла.
- 12) Виды переноса тепла. Поле, градиент температуры, поток тепла.
- 13) Совместный перенос тепла конвекцией и излучением.
- 14) Теплопередача через плоскую стенку.
- 15) Теплопередача через цилиндрическую стенку.
- 16) Теплопередача при переменных температурах сред. Расчёт коэффициента теплопередачи.
- 17) Теплопередача при переменных температурах сред. Расчёт средней разности температур.
- 18) Теплообменные аппараты. Общая характеристика.
- 19) Основы расчёта теплообменных аппаратов.
- 20) Особенности расчёта конденсаторов-холодильников и испарителей.
- 21) Выпаривание. Общие сведения.

22) Однокорпусные выпарные установки. Устройство и принцип работы. Материальный баланс.

23) Однокорпусные выпарные установки. Тепловой баланс и поверхность нагрева.

24) Многокорпусное выпаривание.

25) Печи. Общая характеристика и классификация.

26) Устройство трубчатой печи. Показатели работы.

27) Расчёт печи: процесс горения топлива.

28) Тепловой баланс печи, тепловая нагрузка, расход топлива.

29) Расчёт камеры радиации в печи. Основные принципы.

30) Расчёт конвекционной камеры в печи. Основные принципы.

31) Гидравлический и аэродинамический расчёты печи. Основные понятия

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках задания, выданного студенту.

3. Оценочные средства для курсового проекта

1. Шкала оценивания курсового проекта – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсового проекта (6 семестр).

Таблица 7. Примерная тематика курсового проекта

Расчет и проектирование оборудования (по вариантам)

Примерная тематика	
1. Ректификационная колонна	2. Абсорбер
3. Адсорбер	4. Экстрактор
5. Теплообменник	6. Испаритель
7. Выпарной аппарат	8. Трубчатая печь
9. Сушилка	10. Отстойник
11. Фильтр	12. Центрифуга
13. Сепаратор	14. Аппарат с мешалкой

Студент по согласованию с преподавателем может самостоятельно выбрать объект курсового проекта на базе организации или предприятия, на котором проводится практика или научно-исследовательская работа.

Курсовой проект может являться этапом подготовки к написанию дипломного проекта (работы).

3. Критерии итоговой оценки за курсовой проект.

Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
	Термины и определения	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1

		Ниже базового – 0
1	Общая часть (обзор литературы по выбранной теме курсового проекта)	Выше базового– 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Специальная часть (характерные системы или результаты исследований с их подробной интерпретацией)	Выше базового– 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
	Заключение	Выше базового– 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Список использованных источников	Выше базового– 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовой проект:

«отлично» – при сумме баллов от 18 до 20;

«хорошо» – при сумме баллов от 14 до 17;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 10 до 13;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 10, а также при любой другой сумме, если по разделам «Общая часть» и «Специальная часть» работа имеет 0 баллов.

4. В процессе выполнения курсового проекта руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- студенты выбирают тему для курсового проекта самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение двух первых недель обучения;

- проверку и оценку проекта осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающего достоинства и недостатки курсового проекта и ее оценку. Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсового проекта. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- защита курсового проекта проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада и презентации на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

- проект не подлежит обязательному внешнему рецензированию;

- курсовые проекты хранятся на кафедре в течение трех лет.

6. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС СПО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Лист регистрации изменений в рабочей программе общепрофессиональной дисциплины

№ изменен ия	Номер листа			№ протокола и дата заседания кафедры	Дата внесения изменения в РПД	Ф.И.О. лица, ответственн ого за внесение изменений
	измененного	нового	изъятого			