МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
_____ А. А. Каракозов
(подпись)
«31» марта 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.22 Процессы и аппараты химических производств

Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»
Направленность (профиль): «Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»
Программа: бакалавриат
Форма обучения: очная, заочная

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	4	6, 7
Общая трудоёмкость в з.е./часах	7 / 252	7/ 252
Контактная работа (час.)	142	24
Лекции (час.)	51	6
Семинарские занятия (час.)	51	6
Лабораторные работы (час.)	34	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе	74	192
Курсовая работа (семестр/час.)	4/27	7/27
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 36 час	Экзамен, 36 час

Донецк
2023

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты химических производств» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (Направленность (профиль) – Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и косметических средств) для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Зав.каф. ХТТ, к.т.н., доц. _____ Дедовец И.Г..
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Химическая технология топлива».

Протокол от «17» марта 2023 года № 8

Заведующий кафедрой _____ Дедовец И.Г.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Общая, физическая и органическая химия».

.

Заведующий кафедрой _____ Волкова Е.И.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Протокол от «24» марта 2023 года № 3

Председатель _____ Шаповалов В.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры _____.

Протокол от «___» _____20___ года № _____

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой _____.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы расчета процессов химической технологии, а также выбора и проектирования аппаратов для их осуществления.

Целью преподавания дисциплины является: подготовка специалистов к профессиональной деятельности путем изучения наиболее распространенных процессов и аппаратов химической технологии

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- теоретические основы основных процессов: перемещение гидравлических жидкостей и твёрдых материалов, измельчение и классификация последних, сжатие и транспортирование газов, нагревание и охлаждение веществ, их перемешивание, разделение жидких и газовых однородных и неоднородных смесей, выпаривание растворов, сушка материалов и др;
- принципы устройства аппаратов и машин, их преимущества и недостатки;
- методику составления материальных и тепловых балансов;
- методы расчётов машин и аппаратов;
- пути интенсификации процессов и аппаратов;
- подбирать типовое оборудование;
- закономерности перехода от лабораторных процессов и аппаратов к промышленным (основы моделирования);
- показатели эффективности и рентабельности производственного процесса и аппарата в целом.

уметь:

- составлять материальные и тепловые балансы для отдельных аппаратов и всего производства;
- правильно выбирать энергоносители;
- определять физические свойства жидкостей в соответствии с технологическими параметрами проведения процесса;
- пользоваться справочной литературой;
- пересчитывать единицы измерения из различных систем единиц в общепринятую – международную систему единиц (СИ);
- выбрать аппарат для проведения процесса и обосновать этот выбор;
- рассчитать основные конструктивные размеры аппарата – рабочий объём (или поверхность), диаметр, высоту;
- по ГОСТам и нормалям выбрать стандартный аппарат;
- выявить параметры, существенно влияющие на проведение процесса с целью его интенсификации;
- проанализировать полученные результаты;
- дать энергетическую и экологическую оценку процесса и аппарата в целом.

владеть:

– методами расчета основных процессов и аппаратов химической технологии;

– методами моделирования и оптимизации процессов и аппаратов химической технологии;

– методами управления и контроля важнейших технологических параметров основных процессов и аппаратов химической технологии; – методами пересчета результатов экспериментальных исследований в применении к промышленным процессам и аппаратам;

– методами расчета гидромеханического разделения неоднородных систем;

– умением использовать отраслевую научно-техническую информацию для решения задач устойчивого развития производственных подразделений предприятия (организации), выпуска качественной конкурентноспособной и экологически безопасной продукции, внедрения оптимизированных по технологическим и экономическим параметрам технологий;

– навыками ведения отдельных стадий производственной деятельности организации (предприятия), включая исследования и разработки.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ОПК-4 - способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к основной части Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: Высшая математика, Физика, Физическая химия.

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсового проекта по дисциплине Процессы и аппараты переработки природных энергоносителей, изучении последующих дисциплин Системы управления химико-технологическими процессами, прохождении учебной или производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор	Практ. (Семин.)	СРС
Тема 1. Основные понятия науки о процессах и аппаратах химической технологии	24/24	9 / 1	0 / 0	0 / 0	15 / 27
Тема 2. Основы технической гидравлики	42/42	10 / 1	12 / 1	10 / 2	10 / 25
Тема 3. Перемещение жидкостей и газов	32/32	6 / 1	6 / 1	10 / 1	10 / 25
Тема 4. Основы теории теплообмена.	38/38	10 / 1	8 / 1	10 / 1	10 / 25
Тема 5. Нагревание и охлаждение.	34/34	6 / 1	8 / 1	10 / 1	10 / 25
Тема 6. Основы массопередачи.	37/37	10 / 1	0 / 0	11 / 1	16 / 27
Контактная работа (дополнительная)	6/8				6/8
Курсовая работа (проект)	27/27	0 / 0	0 / 0	0 / 0	27 / 27
Итого по видам занятий	216/216	51 / 6	34 / 4	51 / 6	74/192
Контроль	36/36				
ИТОГО:	252/252				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ОПК-4	Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

3.2 Лекции

Тема 1. Основные понятия науки о процессах и аппаратах химической технологии

Содержание темы 1:

Предмет и задачи дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии». Значение процессов и аппаратов химической технологии в решении народно-хозяйственных и экологических проблем. Классификация основных процессов химической технологии. Общие принципы расчета процессов и аппаратов. Материальные и энергетические балансы. Статика и кинетика процессов. Направление протекания и движущая сила процессов. Основные кинетические уравнения. Основные концепции оценки энергоемкости технологических процессов, капитальных затрат на их аппаратурное

оформление, оптимизация процессов и аппаратов по технико- экономическим показателям. Стандартизация, нормализация и унификация химических аппаратов.

Литература к теме 1: [1, 2, 3]

Тема 2. Основы технической гидравлики

Содержание темы 2:

Гидростатика. Физические свойства жидкостей и газов. Понятие об идеальной жидкости. Силы, действующие в реальной жидкости. Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и практическое его применение. Сила давления на дно и стенки сосуда.

Гидродинамика однофазных потоков. Внутренняя, внешняя и смешанная задачи гидродинамики. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Понятие о поле скоростей в потоке жидкости. Уравнение расхода. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Дифференциальное уравнение движения Эйлера. Уравнение Навье – Стокса для реальной жидкости. Уравнение Бернулли и его энергетический смысл. Практическое использование уравнения Бернулли (движение жидкости через насадки, приспособления для измерения расхода и т. д.). Режимы движения жидкости. Опыты Рейнольдса. Гидравлический радиус, эквивалентный диаметр. Распределение скоростей и расход жидкости (газа) при установившемся ламинарном потоке. Некоторые характеристики турбулентного потока.

Основы теории подобия. Преобразование дифференциальных уравнений методом подобия

Вывод критериев гидродинамического подобия и их физический смысл. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов и их расчет.

Литература к теме 2: [1, 2, 3]

Тема 3. Перемещение жидкостей и газов

Содержание темы 3:

Перемещение жидкостей. Классификация насосов. Основные параметры насосов: производительность, напор, расход энергии, КПД. Высоты всасывания и нагнетания. Кавитация в насосах. Центробежные насосы. Принцип действия и устройство. Уравнение Эйлера для центробежных машин. Формулы пропорциональности. Связь между производительностью, давлением и мощностью. Работа насосов на сеть и рабочая точка. Регулирование производительности. Работа насосов на сеть при параллельном и последовательном соединении. Поршневые насосы. Принцип действия и устройство. Насосы простого, двойного, тройного и четверного действий. Графики подачи. Выравнивание подачи воздушными колпаками. Регулирование производительности. Специальные виды насосов: осевые, вихревые, шестеренчатые, струйные и др. Сравнительная характеристика и области применения насосов. Оптимизация работы насосных установок (агрегатов).

Классификация машин для сжатия и перемещения газов. Области применения. Основы одно- и многоступенчатого сжатия. Центробежные машины. Вентиляторы, турбокомпрессоры, их основные характеристики. Поршневые компрессоры. Степень сжатия. Индикаторная диаграмма. Многоступенчатое сжатие и распределение давления между ступенями.

Охлаждение машин. Методы регулирования производительности. Расход энергии. Другие типы машин для сжатия и транспортирования газов. Сравнительная характеристика машин для сжатия и транспортирования газов и области их применения. Выбор и оптимизация работы компрессорных машин.

Вакуум-насосы. Классификация вакуум-насосов. Основные характеристики. Поршневые вакуум-насосы. Продолжительность вакуумирования сосудов. Ротационные вакуум-насосы. Водокольцевые вакуум-насосы. Другие типы вакуум-насосов (струйные вакуум-насосы, одно- и многоступенчатые и т. д.). Конструкции вакуум-насосов для получения глубокого вакуума.

Литература к теме 3: [1, 2, 3]

Тема 4. Основы теории теплообмена

Содержание темы 4:

Значение процессов теплообмена в химической и других отраслях промышленности. Способы переноса теплоты. Температурное поле, градиент температур, тепловой поток, изотермические поверхности. Принципы составления тепловых балансов.

Теплопроводность. Уравнение закона Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности в неподвижной среде. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок (одно- и многослойных) при установившемся теплообмене.

Конвективный перенос теплоты, теплоотдача. Тепловой пограничный слой, профиль температур. Уравнение теплоотдачи. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена (уравнение Фурье – Кирхгофа). Подобие процессов теплообмена, критерии подобия и их физический смысл. Теплоотдача при вынужденной и естественной конвекции. Теплоотдача в пленке жидкости. Теплоотдача при конденсации и кипении.

Сложный теплообмен. Тепловое излучение тел и газов. Теплообмен при излучении.

Теплопередача. Уравнение теплопередачи для плоской и цилиндрической стенок (одно- и многослойных) при постоянной температуре теплоносителей. Связь между коэффициентами теплоотдачи и коэффициентами теплопередачи. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Движущая сила теплопередачи, средняя движущая сила. Взаимное направление движения теплоносителей, его выбор.

Понятие о нестационарном теплообмене. Основы расчета теплообмена при нестационарном переносе теплоты.

Литература к теме 4: [1, 2, 3]

Тема 5. Нагревание и охлаждение

Содержание темы 5:

Нагревающие агенты и способы нагревания. Охлаждающие агенты, способы охлаждения. Основные требования к теплоносителям. Конструкции теплообменных аппаратов и методики их расчета и оптимизации. Расчет теплоизоляции оборудования, технико-экономическое обоснование толщины теплоизоляции.

Литература к теме 5: [1, 2, 3]

Тема 6. Массообменные процессы

Содержание темы 6:

Значение массообменных процессов в химической технологии, а также при решении экологических проблем. Классификация и общая характеристика массообменных процессов. Способы выражения состава фаз. Законы фазового равновесия. Скорость массообмена. Молекулярная, турбулентная диффузия.

Материальный баланс и уравнение линии рабочих концентраций. Движущая сила массообменных процессов. Направления протекания массообменных процессов.

Конвекция и массоотдача. Профиль концентраций в турбулентном потоке. Гидродинамический и диффузионный пограничные слои. Теоретические модели массопереноса. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Уравнение массоотдачи. Преобразование дифференциальных уравнений переноса массы методами теории подобия. Критериальные уравнения массоотдачи. Основное уравнение массопередачи.

Выражение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи (уравнение аддитивности фазовых сопротивлений). Средняя движущая сила процессов массопередачи. Влияние гидродинамической структуры потоков на величину средней движущей силы процесса массопередачи.

Литература к теме 6: [1, 2, 3]

3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литература
1	Основы технической гидравлики	10 / 1	[6, 8]
2	Перемещение жидкостей и газов	10 / 1	[6, 8]
3	Основы теории теплообмена	10 / 1	[6, 8]
4	Нагревание и охлаждение	10 / 1	[6, 8]
5	Основы массопередачи	11 / 1	[6, 8]
	ИТОГО:	51 / 6	

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Определение коэффициентов гидравлического сопротивления трубопроводов	0 / 0	[4, 5]
2	Определение характеристики насадочных материалов	10 / 1	[4, 5]
3	Изучение работы центробежного вентилятора	10 / 1	[4, 5]
4	Определение коэффициента теплопроводности металла	10 / 1	[4, 5]
5	Определение коэффициента теплопроводности изоляционного материала	10 /1	[4, 5]
6	Определение коэффициента теплоотдачи при вынужденной конвекции	11 / 0	[4, 5]
	ИТОГО:	34 / 4	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	15/55
2	Подготовка к практическим занятиям	16/55
3	Подготовка к лабораторным работам	15/55
4	Выполнение курсового проекта	0
5	Выполнение курсовой работы	27/27
6	Выполнение индивидуального задания	0 /0
	ИТОГО:	74/192

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Для студентов очной и заочной форм обучения учебным планом предусмотрена курсовая работа по дисциплине.

Объем учебной нагрузки при выполнении курсовой работы – 27 часов. Задание выбирается студентом в соответствии с методическими указаниями [7, 9] и согласовывается с преподавателем.

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1. Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

– нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;

− пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

− средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

− продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

− высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

− нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

− минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу.

− пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

− средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

− продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

− высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

− нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;

− минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

− пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;

− средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по быстроте и качеству;

− продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;

− высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

− нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

− минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

− пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

− средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

− продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;

− высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Абсорбция. Материальный баланс процесса абсорбции.
2. Абсорбция. Требования к абсорбентам.
3. Гидравлические машины, их классификация.
4. Гидравлическое сопротивления.
5. Гидростатическое давление.
6. Интенсификация тепловых процессов.
7. Кинетическое уравнение массообменных процессов.
8. Кинетическое уравнение тепловых процессов.
9. Классификация поверхностных теплообменников.
10. 10.Классификация процессов по движущей силе.
11. Классификация процессов химической технологии по изменению параметров процесса во времени.
12. Конвективный теплообмен.
13. Лучевой теплообмен, его характеристика.
14. Массообмена между фазами. Материальный баланс процесса массообмена.
15. Массопередача.

16. Молекулярная и конвективная диффузия.
17. Основное уравнение теплопередачи. Движущая сила тепловых процессов.
18. Пластинчатые теплообменники.
19. Поверхностные теплообменники.
20. Принципиальные схемы основных типов абсорберов.
21. Режимы движения жидкости. Уравнение неразрывности потока.
22. Способы интенсификации тепловых процессов.
23. Способы нагрева.
24. Теплообменники. Конструкции теплообменников.
25. Теплообменные аппараты, их назначения. Классификация теплообменников
26. Теплопроводность. Конвекция.

Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Программа подготовки: специалитет
Направление: 18.03.01 «Химическая технология»
Специализация: Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и косметических средств
Семестр: 4
Учебная дисциплина: Процессы и аппараты химической технологии

БИЛЕТ № 11

1. Гидростатическое давление.
2. Массопередача.
3. Холодная жидкость с температурой 20°С используется для охлаждения 500 кг/ч горячей жидкости от начальной температуры 80°С до конечной температуры 35°С. Конечная температура холодной жидкости 30°С. Удельная теплоемкость горячей жидкости 2,3 кДж/(кг·К). Коэффициент теплопередачи в теплообменнике равен 250 Вт/(м^2·К). Определить необходимую поверхность теплообмена.

Утверждено на заседании кафедры Химической технологии топлива,
протокол №____от ..... 20__г.
Зав. кафедрой _____. Экзаменатор _____

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента осуществляется по результатам практических занятий, выполнения лабораторных работ. Выполнение заданий на практических занятиях, выполнение лабораторных работ является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Отчёт о выполнении задания на практическом занятии.	3	Задание выполнено правильно, обосновано, приведен анализ полученного результата
	1	Задание выполнено в целом правильно, решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
ИТОГО	**51**	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДОННТУ от 02.05.2018г. № 337-14.

Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 2 теоретических вопроса и задачу. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное 5. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	15
	вопрос 2	14
	вопрос 3 (задача)	20
ИТОГО		**49**

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100**.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

1. Что такое стационарный процесс?
2. Что такое размерность процесса?
3. Бывают ли стационарные одномерные процессы?
4. В чем заключаются современные требования к процессам?
5. Получите основное уравнение гидростатики, поверхность с равным давлением в абсолютном покое.
6. Что является предметом изучения гидродинамики и гидростатики?
7. Найдите поле давления в относительном покое во вращающемся сосуде.
8. Каков энергетический смысл уравнения Бернулли?
9. Запишите уравнение неразрывности потока.
10. Запишите уравнение Бернулли для идеальной и реальной (вязкой) жидкости.

4.5 Курсовое проектирование [7, 9]

Согласно учебному плану, по дисциплине "Процессы и аппараты химической технологии" предусмотрена курсовая работа.

Тематика курсовой работы связана с изучением типовых процессов и аппаратов химической технологии, основам методик их расчета.

Курсовая работа состоит из отдельных заданий, охватывающих основные разделы дисциплины гидравлику, теплопередачу и массопередачу.

В курсовой работе студент должен выполнить три задания:

– расчет насосной установки;
– расчет холодильника для охлаждения газа;
– расчет абсорбера для поглощения NH_3

Каждый расчет состоит из теоретической и практической частей.

В теоретической части студент описывает аппарат, в котором данный процесс проводится: приводит рисунок и краткое описание работы конструкции аппарата, указывает на его преимущества и недостатки. Выполняя расчет аппарата, студент должен повторить теоретические основы рассматриваемого процесса, затем проанализировать исходные данные, начертить схему аппарата, обозначить на ней стрелками материальные и тепловые потоки, дать математическое описание процесса и определить алгоритм решения. Основу математического описания составляют уравнения материального и теплового балансов, а также уравнения скорости процессов. При необходимости наряду с уравнениями общего баланса можно использовать также уравнения баланса по отдельным компонентам. Для определения значения физико-химических констант, необходимых для решения задач, следует пользоваться справочной литературой.

Полученные результаты следует критически проанализировать, определить соответствие их реальным условиям производства и при необходимости скорректировать расчеты. Погрешность в технических расчетах не должна превышать 5-10%.

При оценивании качества курсовой работы руководствуются следующим распределением максимально возможного количества баллов по основным разделам проекта:

№ п/п	Наименование раздела	Максимально возможное количество баллов
1	Расчет насосной установки	30
2	Расчет холодильника для охлаждения газа	30
3	Расчет абсорбера для поглощения NH_3	40
	ИТОГО	**100**

Оценивание раздела производится исходя из следующего:

– правильные и обоснованные (аргументированные) решения с использованием справочной литературы, глубокий анализ полученных данных – максимально возможное количество баллов;

– правильные расчеты с замечаниями по обоснованию (изложение материала не всегда логичное), имеются замечания по методике и результатам расчета, незначительные отклонения от нормативных документов – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;

– неверные решения, неумение выполнить расчет для принятия решения, существенные отклонения от нормативных документов – ноль баллов.

Итоговая оценка по курсовой работе определяется суммированием набранных по разделам баллов.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Власова, Г. В. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник / Г. В. Власова, Д. А. Чудиевич, Н. А. Пивоварова. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 188 с. — ISBN 978-5-9729-0863-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/124246.html

2. Процессы и аппараты (Основы механики жидкости и газа). Практикум : учебное пособие / А. Н. Остриков, И. Н. Болгова, М. В. Копылов, И. С. Наумченко. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2022. — 361 с. — ISBN 978-5-00032-582-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/122603.html

II. Дополнительная литература

3. Филиппов, В. В. Процессы и аппараты химической технологии : справочник / В. В. Филиппов, В. Д. Измайлов. — 2-е изд. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 54 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/111713.html

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

3. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Процессы и аппараты переработки природных энергоносителей" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 "Химическая технология" всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. хим. технологии топлива ; сост.: С. А. Семченко, И. Г. Дедовец. - 286 Кб. -Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2022. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. http://ed.donntu.ru/books/22/m7838.pdf

4. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Процессы и аппараты химических производств" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению 18.03.01 "Химическая технология" всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. хим. технологии топлива ; сост. И. Г. Дедовец. - 289 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2022. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. http://ed.donntu.ru/books/22/m7848.pdf

5. Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине "Процессы и аппараты переработки природных энергоносителей" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению 18.03.01 "Химическая технология" всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. хим. технологии топлива ; сост.: С. А. Семченко, И. Г. Дедовец. - 1 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2022. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. http://ed.donntu.ru/books/22/m7839.pdf

6. Методические указания для выполнения контрольных работ по дисциплине "Процессы и аппараты переработки природных энергоносителей"

[Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению 18.03.01 "Химическая технология" заочной формы обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. хим. технологии топлива ; сост.: С. А. Семченко, И. Г. Дедовец. - 369 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2022. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. http://ed.donntu.ru/books/22/m7840.pdf

7. Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине "Процессы и аппараты химических производств" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению 18.03.01 "Химическая технология" всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. хим. технологии топлива ; сост. И. Г. Дедовец. - 2 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2022. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. http://ed.donntu.ru/books/22/m7853.pdf

8. Методические указания для выполнения контрольных работ по дисциплине "Процессы и аппараты химических производств" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 "Химическая технология" всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. хим. технологии топлива ; сост. И. Г. Дедовец. - 357 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2022. 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. http://ed.donntu.ru/books/22/m7859.pdf

ЭЛЕКТРОННО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

ЭБС ДОННТУ – http://donntu.ru/library

ЭБС IPR SMART – http://www.iprbookshop.ru

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Учебная аудитория №7.204 учебный корпус 7 для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: ноутбук, Операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4 (2017), специализированная мебель: экран проекционный, доска, столы аудиторные, стулья, наглядные пособия.

7.2 Практические и лабораторные занятия:

Учебная лаборатория № 7.201, учебный корпус 7 для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Мультимедийное оборудование: ноутбук (ОС - Windows 8.1 Professionalx86/64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (лицензия GNULGPLv3+ и MPL2.0), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, солы, стулья, мешалка ЛМ, центрифуга ЦЛСЗ, термостат

СЖМЛ19/2,5, потенциометр ПРС-01, весы ВЛКТ-160, сушильный шкаф СЕШ-3М, вытяжной шкаф, столы пристенные, установка теплопередачи ТП- 003, установка теплопередачи ТП-001, установка изучения процесса перемешивания (мешалка ЛМ-2), установка изучения теплопередачи при вынужденной конвекции, установка гидравлического сопротивления трубопровода,установка массопередачи при абсорбции и десорбции (компрессор), установка определения коэффициента теплопроводности.

Учебная лаборатория № 7.202, учебный корпус 7 для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Мультимедийное оборудование: ноутбук (ОС - Windows 8.1 Professionalx86/64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (лицензия GNULGPLv3+ и MPL2.0), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, солы, стулья, вытяжной шкаф, установка вакуумфильтра, установка определения характеристик насадочных материалов, установки определения сухой и орошаемой насадок, установка гидродинамики кипящего слоя, установка определения характеристик центробежного вентилятора,установка сушки в кипящем слое, скруббер, вакуумный насос ВН-461М, вентилятор центробежный ВПП-4,аппарат АВЖП)

7.3 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux – лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox – лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object- Oriented Dynamic Learning Environment) – лицензия GNU GPL).