

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор
по научно-педагогической работе



А.Б. Бирюков

(подпись)

06 20 10 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б6 Процессы массопереноса с участием твердой фазы
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подго-
товки:

18.04.01 Химическая технология

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность:

Технология тугоплавких неметаллических и
силикатных материалов

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

Очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	3	4
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	5,5/ 198	5,5/ 198
Контактная работа (час.)	106	34
Лекции (час.)	17	2
Практические (семинарские) занятия (час.)	85	26
Лабораторные работы (час.)	0	0
Самостоятельная работа (час.), в том числе	60	134
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-
Индивидуальное задание (кол./час.)	1 / 9	1 / 9
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2020 г.

Рабочая программа дисциплины «Процессы массопереноса с участием твердой фазы» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (магистерская программа – «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов») для 2020 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры химической
технологии топлива,
к.т.н., доцент

Мюшу Дедовец И.Г.

Рабочая программа рассмотрена и принята на заседании кафедры химической технологии топлива.

Протокол от « 14 » 03 2020 года № 9.

Заведующий кафедрой Мурин Бутузова Л.Ф.

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой Прикладная экология и охрана окружающей среды.

Протокол от « 15 » 04 2020 года № 8

Заведующий кафедрой  Шاپовалов В.В.

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология.

Протокол от « 26 » 05 2020 года № 3 .

Председатель Ш Шаповалов В.В.

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры химической технологии топлива

Протокол от « » _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____

Согласовано с выпускающей кафедрой «Прикладная экология и охрана окружающей среды».

Заведующий кафедрой _____

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы протекания процессов химической технологии, в которых принимает участие твердая фаза.

Целью дисциплины является: общетеоретическая и практическая подготовка магистров, способных понимать основные закономерности массообменных процессов, происходящих в системах с участием твердых фаз, осуществлять проектирование аппаратов для проведения этих процессов.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

изучение физико-химических закономерностей и кинетики наиболее важных массообменных процессов в системах с участием твердой фазы;

овладение методами расчета процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы и аппаратов, применяемых для их проведения;

формирование представлений о принципиальных технологических схемах проведения процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы;

формирование навыков расчета аппаратов, применяемых для проведения массообменных процессов в системах с участием твердой фазы;

формирование навыков практического применения знаний об устройстве и принципе действия массообменной аппаратуры;

формирование способностей для разработки новых технических решений

формирование анализа различных вариантов технологических процессов; мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области химической технологии.

В результате изучения дисциплины студенты приобретают теоретические знания и расчетные навыки, необходимые для изучения последующих дисциплин профессиональной подготовки, выполнения выпускной квалификационной работы и успешного решения задач в профессиональной деятельности в области химической технологии.

В результате изучения дисциплины «Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы» студент должен

знать:

теоретические основы массопередачи в системах с твердой фазой;

сущность, области применения и способы проведения массообменных процессов с участием твердой фазы;

назначение, принцип действия и устройство массообменных аппаратов, используемых для проведения процессов в системах с участием твердой фазы;

уметь:

определять основные характеристики массообменных процессов с участием твердой фазы;

выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы теплообменных аппаратов;

проводить анализ процессов массопереноса в химической аппаратуре;

проводить расчеты с использованием экспериментальных и справочных данных;

владеть:

представлениями о перспективах развития массообменного оборудования;
 понятийно-терминологическим аппаратом в области тепло- и массопереноса
 переноса в гетерогенных системах;
 алгоритмами расчета процессов массопереноса в системах с участием твер-
 дой фазы;
 навыками технологических и конструктивных расчетов массообменного
 оборудования.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования
 следующих компетенций:

- готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этиче-
 скую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- способность в устной и письменной речи свободно пользоваться русским и ино-
 странным языками как средством делового общения (ОК-6);
- способность организовывать самостоятельную и коллективную научно-
 исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения
 научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для
 исполнителей (ПК-1);
- готовность к совершенствованию технологического процесса - разработке ме-
 роприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных ма-
 териалов и изысканию способов утилизации отходов производства, к исследова-
 нию причин брака в производстве и разработке предложений по его предупре-
 ждению и устранению (ПК-5);
- способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом
 требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, без-
 опасности жизнедеятельности и экологической чистоты (ПК-10).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к базовой части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении
 предшествующих дисциплин: «Методология и методы научных исследований»,
 «Теоретические и экспериментальные исследования в химии», «Проектирование
 производств химической технологии».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реали-
 зуются студентом при прохождении производственной и преддипломной практик,
 прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ темы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/ /заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СР
1	Разновидности процессов с участием твердой фазы. Виды твердой фазы в массообменных процессах	16/15	2 / 1	8 / 0	0 / 0	6 / 14
2	Основы теории переноса	20/21	2 / 1	12 / 0	0 / 0	6 / 20
3	Теория подобия при описании массо-переноса	20/20	2 / 0	12 / 2	0 / 0	6 / 18
4	Свойства твердых фаз и неоднородных сред.	16/16	2 / 0	8 / 4	0 / 0	6 / 12
5	Сушка	20/20	2 / 0	12 / 4	0 / 0	6 / 16
6	Адсорбция	16/16	2 / 0	8 / 4	0 / 0	6 / 12
7	Кристаллизация	16/16	2 / 0	8 / 4	0 / 0	6 / 12
8	Мембранные процессы разделения	14/14	1 / 0	9 / 4	0 / 0	4 / 10
9	Растворение и экстрагирование в системе твердое тело-жидкость	15/15	2 / 0	8 / 4	0 / 0	5 / 11
Индивидуальное задание		9 / 9				9 / 9
Курсовая работа (проект)		0 / 0				0 / 0
Итого по видам занятий		162/162	17 / 2	85 / 26	0 / 0	60 / 134
Контроль		36 / 36				36 / 36
ИТОГО		198				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОК-2	Темы 2, 3.
ОК-6	Темы 1, 4.
ПК-1	Темы 1, 2, 3.
ПК-5	Темы 5, 6, 7, 8, 9.
ПК-10	Темы 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

3.2 Лекции

Тема 1 Разновидности процессов с участием твердой фазы. Виды твердой фазы в массообменных процессах.

Содержание темы 1:

Процессы, используемые в химической технологии: химические, гидравлические, тепловые, массопереноса. Их взаимосвязь. Процессы стационарные и нестационарные; реальные, идеального смешения, идеального вытеснения. Классификация массообменных процессов. Виды твердой фазы, участвующих в процессах хими-

ческой технологии: реагенты, катализаторы, элементы аппаратуры и др.

Литература к теме 1: [1, 2].

Тема 2. Основы теории переноса.

Содержание темы 2:

Понятие субстанции. Основные определения: потенциал переноса, плотность потока, мощность источника. Виды переноса субстанции: конвективный и диффузный. Вывод основного уравнения переноса. Проблемы при решении основного уравнения переноса. Способы решения основного уравнения переноса.

Литература к теме 2: [1, 2].

Тема 3. Теория подобия при описании массопереноса.

Содержание темы 3:

Основы теории подобия. Преобразование дифференциальных уравнений методом подобия. Критерии подобия: гидравлические, тепловые, массопереноса.

Критериальное уравнение массоотдачи для массопереноса в твердой фазе.

Литература к теме 3: [1, 2].

Тема 4. Свойства твердых фаз и неоднородных сред.

Содержание темы 4:

Основные характеристики пористых тел (форма пор, их взаимное расположение и соединение, пористость, распределение пор по размерам, удельная поверхность и коэффициент извилистости пор). Особенности протекания гидравлических процессов в системах с твердой фазой. Транспорт зернистых материалов. Теплофизические свойства твердых тел и неоднородных сред.

Коэффициенты диффузии твердых тел и неоднородных сред. Особенности массопередачи в системах с твердой фазой. Массоперенос во внешней фазе. Массоперенос в твердой фазе. Массопроводность. Основные виды элементарных процессов массопереноса в пористых телах. Уравнения массопроводности. Уравнение массопередачи для систем с участием твердого тела.

Литература к теме 4: [1, 2].

Тема 5. Сушка.

Общие сведения о процессе и области его практического применения. Методы сушки материалов. Формы связи влаги с материалом. Основные параметры влажного воздуха. Диаграмма состояния влажного воздуха. Равновесие при сушке. Материальный и тепловой балансы конвективной и контактной сушилок. Варианты организации проведения конвективной сушки. Кинетика процесса сушки. Тепло-массоперенос в процессе сушки. Кинетические кривые сушки. Периоды постоянной и падающей скоростей сушки. Методы расчета скорости сушки. Методы интенсификации процессов сушки.

Конструкции сушилок. Классификация. Конвективные сушилки с плотным слоем высушиваемого материала (камерные, ленточные и др.). Конвективные сушилки с перемешиванием высушиваемого материала (барабанные и др.). Конвективные сушилки с псевдоожиженным слоем высушиваемого материала. Конвек-

тивные сушилки с пневмотранспортом высушиваемого материала. Контактные сушилки (сушильные шкафы, вальцовые и др.). Специальные сушилки: радиационная, сублимационная, высокочастотная.

Выбор и оптимизация режимов процесса сушки и его аппаратного оформления. Основы расчета сушилок

Литература к теме 5: [1, 2].

Тема 6. Адсорбция.

Содержание темы 6:

Общие сведения об адсорбции и области ее применения. Основные промышленные адсорбенты, их структура и свойства. Равновесие при адсорбции. Изотермы адсорбции. Материальный баланс адсорбции. Динамика равновесной и неравновесной адсорбции. Конструкции адсорберов. Аппараты с неподвижным, псевдооживленным и плотно движущимся слоем зернистого материала. Расчет адсорберов. Десорбция, способы ее проведения и расчет. Схемы проведения периодического и непрерывного процессов адсорбции

Литература к теме 6: [1, 2, 3].

Тема 7. Кристаллизация.

Содержание темы 7:

Общие сведения о процессе и области применения. Методы проведения кристаллизации. Равновесие при кристаллизации. Материальный и тепловой балансы кристаллизации. Кинетика кристаллизации. Скорости образования и роста кристаллов. Способы разделения смесей кристаллизацией, многократной перекристаллизацией методами дробной (фракционированной) и противоточной кристаллизации.

Конструкции кристаллизаторов. Классификация. Кристаллизаторы с удалением части растворителя. Кристаллизаторы с охлаждением раствора. Барабанные кристаллизаторы. Вакуум-кристаллизаторы. Кристаллизаторы с псевдооживленным слоем. Пути интенсификации процессов кристаллизации

Литература к теме 7: [1, 2, 3].

Тема 8. Мембранные процессы разделения.

Содержание темы 8:

Общие сведения о процессах мембранного разделения и областях их практического применения. Классификация мембранных процессов и мембран. Виды мембранных процессов (баромембранные, диффузионно-мембранные, электромембранные). Основы механизма мембранных процессов. Кинетика мембранных процессов. Явление концентрационной поляризации и методы снижения ее влияния на мембранные процессы. Предподготовка смесей перед мембранным разделением. Методы очистки (регенерации) мембран. Расчет мембранных процессов и аппаратов вытеснения. Пути интенсификации мембранных процессов.

Конструкции мембранных аппаратов. Классификация (плоскокамерные, рулонные, трубчатые, половолоконные). Выбор типа мембранного аппарата

Литература к теме 8: [1, 2, 3].

Тема 9. Растворение и экстрагирование в системе твердое тело-жидкость.

Содержание темы 9:

Общие сведения о процессах и области их практического применения. Растворение. Условия равновесия при растворении. Уравнения кинетики растворения. Определение времени полного растворения. Экстрагирование твердого вещества. Способы экстрагирования и растворения: замкнутый периодический процесс; прямоточный и противоточный процессы; процесс в неподвижном слое. Аппараты для проведения процессов экстрагирования и растворения (смесительно-отстойные, карусельный и др.).

Литература к теме 9: [1, 2].

3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн./заочн.	Литература
1	Разновидности процессов с участием твердой фазы. Виды твердой фазы в массообменных процессах	8 / 0	[1, 4]
2	Основы теории переноса	12 / 0	[1, 4]
3	Теория подобия при описании массопереноса	12 / 2	[1, 4]
4	Свойства твердых фаз и неоднородных сред.	8 / 4	[1, 4]
5	Сушка	12 / 4	[1, 4]
6	Адсорбция	8 / 4	[1, 4]
7	Кристаллизация	8 / 4	[1, 4]
8	Мембранные процессы разделения	9 / 4	[1, 4]
9	Растворение и экстрагирование в системе твердое тело-жидкость	8 / 4	[1, 4]
ИТОГО:		85 / 26	

3.4 Лабораторные работы

В учебном плане лабораторные работы не запланированы.

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн./заочн
1	Изучение лекционного материала	40 / 114
2	Подготовка к практическим занятиям	20 / 20
3	Подготовка к лабораторным работам	0 / 0
4	Выполнение курсового проекта	0 / 0
5	Выполнение курсовой работы	0 / 0
6	Выполнение индивидуального задания	9 / 9
ИТОГО:		60 / 134

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

Студентом очной формы обучения выполняется индивидуальное задание. Для студентов заочной формы обучения в предусмотрено выполнение индивидуального задания по форме контрольной работы.

Тематика задания связана с расчетом аппаратов для проведения процессов массопереноса с участием твердой фазы (сушки, кристаллизации, растворения, экстрагирования). Цель – усвоение методики разработки соответствующего оборудования.

В результате выполнения работы студент должен:

- знать принцип действия соответствующего оборудования;
- уметь обосновывать технические и технологические решения, рассчитывать основные размеры соответствующего оборудования.

Отчет о работе состоит из текстовой части на листах формата А4. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4.

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. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. 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;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный 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 скорости 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

Вопросы к экзамену:

1. Виды твердой фазы, участвующих в процессах химической технологии.
2. Классификация массообменных процессов.
3. Основное уравнение переноса.
4. Критерии подобия и критериальные уравнения массопереноса
5. Уравнение массопередачи для систем с участием твердого тела.
6. Массоперенос в твердой фазе.
7. Уравнения массопроводности.
8. Механизмы массопереноса.
9. Варианты организации проведения конвективной сушки.
10. Конструкции сушилок. Классификация сушилок.
11. Конструкции адсорберов.
12. Схемы проведения периодического и непрерывного процессов адсорбции.
13. Конструкции мембранных аппаратов. Классификация мембранных аппаратов.
14. Пути интенсификации мембранных процессов.
15. Методы очистки (регенерации) мембран.
16. Классификация мембранных процессов и мембран.
17. Кинетика мембранных процессов.
18. Аппараты для проведения процессов экстрагирования и растворения
19. Условия равновесия при растворении. Уравнения кинетики растворения.
20. Способы экстрагирования и растворения:
21. Кинетика процесса сушки
22. Тепломассоперенос в процессе сушки.
23. Методы интенсификации процессов сушки.
24. Кинетические кривые сушки.
25. Равновесие при адсорбции. Изотермы адсорбции.
26. Способы разделения смесей кристаллизацией,
27. Конструкции кристаллизаторов. Классификация кристаллизаторов.
28. Кинетика кристаллизации. Скорости образования и роста кристаллов

Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа подготовки: магистратура

Направление: 18.04.01 Химическая технология

Магистерская программа: Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Семестр: 3

Учебная дисциплина: Процессы массопереноса с участием твердой фазы

БИЛЕТ № 11

1. Равновесие при адсорбции. Изотермы адсорбции.
2. Методы очистки (регенерации) мембран.
3. Водный раствор NaNO_3 кристаллизуется в непрерывно действующем кристаллизаторе, охлаждаясь водой, идущей противотоком. Раствор на входе насыщен и имеет температуру $t_1=80^\circ\text{C}$. На выходе из кристаллизатора раствор имеет температуру $t_2=30^\circ\text{C}$. Найти необходимый расход охлаждающей воды, которая нагревается от температуры $t_n=20^\circ\text{C}$ до температуры $t_k=60^\circ\text{C}$. 4% от исходного расхода раствора за время кристаллизации испаряется. Коэффициент теплопередачи от раствора к воде $K=350 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$. Расход раствора=4000 кг/ч.

Утверждено на заседании кафедры «Химическая технология топлива»,
протокол № ____ от _____.20__ г.

Зав. кафедрой _____ Бутузова Л.Ф. Экзаменатор _____ Дедовец И.Г.

Критерии оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Процессы массопереноса с участием твердой фазы»
для обучающихся по направлению 18.04.01 Химическая технология

(магистерская программа: Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов)

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 3 вопроса, каждый из которых требует конкретного ответа. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой (рисунком)

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе практических занятий.

Правильный ответ на первые два вопроса оценивается в 15 баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в 8 баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов.

Правильный ответ на третий вопрос (задачу) оценивается в 30 баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в 15 баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов.

Утверждено на заседании кафедры «Химическая технология топлива»,
протокол № ____ от _____.20__ г.

Заведующий кафедрой _____ Бутузова Л.Ф..

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Процессы массопереноса с участием твердой фазы» производится в ходе теку-

щего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам практических занятий, выполнения индивидуального задания, студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы. Выполнение заданий на практических занятиях, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, 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
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт о выполнении задания на практическом занятии.	4	Задание выполнено правильно, обосновано, приведен анализ полученного результата
	2	Задание выполнено в целом правильно, решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по практическим занятиям и (максимально возможное)	36	Из расчёта 9 тем для проведения практических занятий.
Выполнение индивидуального задания	14	При выполнении задания приняты правильные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена грамотно
	8	Задание выполнено в целом правильно, решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению работы
ИТОГО	50	Максимально возможное
Для студентов заочной формы обучения		
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	50	При выполнении задания приняты правильные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена без замечаний
	30	Задание выполнено в целом правильно, но решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению.
ИТОГО	50	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена.

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 студен-

том 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	15
	вопрос 3 (задача)	20
ИТОГО		50

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-балльной 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

На примере темы «Основы теории переноса»:

1. Что такое плотность потока?
2. Каков физический смысл потенциала переноса для массообменных процессов?
3. Приведите пример источника субстанции для теплового процесса.
4. Что такое естественная конвекция?

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: учебник для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по химико-технолог. направлениям и специальностям: учеб. электрон. изд.: в 2 кн. / [В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов и др.] ; под ред. В. Г. Айнштейна. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – URL: <http://ed.donntu.org/books/20/cd10204.pdf>

II Дополнительная литература

2. Романков, П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): Учеб. пособие для вузов /П.Г. Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флюсюк. — 2-е изд., испр. — СПб: ХИМИЗДАТ, 2019. — 544с. – URL: <http://ed.donntu.org/books/cd5274.pdf>
3. Разинов, А. И. Процессы массопереноса с участием твердой фазы: учебное пособие / А. И. Разинов, П. П. Суханов. - Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. - 96 с. - ISBN 2227-8397. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/62144.html>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

4. Методические указания к проведению практических занятий и выполнению контрольных заданий по дисциплине «Процессы массопереноса с участием твердой фазы»: для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. химической технологии топлива; сост. И. Г. Дедовец. – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. <http://ed.donntu.org/books/21/m5818.pdf>
5. Методические рекомендации по проведению самостоятельной работы «Процессы массопереноса с участием твердой фазы»: для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. химической технологии топлива; сост. И. Г. Дедовец. – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. <http://ed.donntu.org/books/21/m5820.pdf>

Электронно-информационные ресурсы
ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Учебная аудитория №7.405 учебный корпус 7 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: ноутбук, операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4 (2017), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты; плакаты с иллюстративным материалом).

7.2 Практические занятия:

Учебная аудитория №7.216 учебный корпус 7 для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (мультимедийное оборудование: ноутбук, операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4 (2017), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты; стенды, плакаты с иллюстративным материалом).

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).