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

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
_____ Каракозов А. А.
(подпись)
«31» 03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.14 Моделирование химико-технологических процессов

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и косметических средств
(наименование профиля / магистерской программы /специализации)

Программа: бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	7	8
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4 / 144	4 / 144
Контактная работа (час.), в том числе:	55	12
лекции (час.)	17	2
лабораторные работы (час.)	34	4
практические (семинарские) занятия (час.)	0	0
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	53	96
курсовой проект (работа) (семестр/час.)		
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» 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:
доцент кафедры «Химическая технология топлива»,
к.х.н., доцент _____ Ошовский В.В.
(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)

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

Заведующий кафедрой _____ Волкова Е.И.
(подпись)

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

Протокол от «24» 03 2023 года № 3

Председатель _____ Шаповалов В.В.
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Химическая технология топлива».

Протокол от «_____» _____20___ года № _____

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

Согласовано с выпускающей кафедрой «Общая, физическая и органическая химия».

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

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Химическая технология топлива».

Протокол от «_____» _____20___ года № _____

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

Согласовано с выпускающей кафедрой «Общая, физическая и органическая химия».

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

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Химическая технология топлива».

Протокол от «_____» _____20___ года № _____

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

Согласовано с выпускающей кафедрой «Общая, физическая и органическая химия».

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

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры «Химическая технология топлива».

Протокол от «_____» _____20___ года № _____

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

Согласовано с выпускающей кафедрой «Общая, физическая и органическая химия».

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

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы изучения методов моделирования химико-технологическими процессами с позиций кибернетического подхода к исследованию сложных систем. Изучаются модели основных типов гидродинамических структур потоков в химических аппаратах, модели источников массы и тепла в потоках. Рассматриваются методы формализации процедур моделирования процессов в химической технологии. Приобретаются практические навыки моделирования сложных физико-химических систем и химико-технологических процессов.

Целью дисциплины является: формирование математического подхода к описанию важнейших процессов, стационарных состояний систем в химии и химической технологии на основе составления математических моделей; освоение основных вычислительных методов для создания математических моделей и решения конкретных задач химии и химической технологии; умение профессионально выбрать математические методы для решения задачи математического моделирования; умение составить алгоритм решения и реализовать его в виде программы; использовать разработанную модель и уметь оптимизировать её или модернизировать применительно к своей задаче, выполнить анализ, полученных результатов моделирования.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основные методы составления математического описания при построении математических моделей объектов и процессов химии, физической химии и химической технологии;
- численные методы решения систем линейных алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений, методы численного решения уравнений в частных производных различных типов, встречающихся при реализации задач моделирования в химии и химической технологии;

уметь:

- использовать методы построения математических моделей при решении производственных задач;
- профессионально подобрать наиболее подходящий из имеющихся численных методов для решения конкретной прикладной задачи химии, физической химии или химической технологии;
- составить программу реализации разработанной математической модели;
- разбираться в соответствующих компьютерных программах моделирования для конкретных задач химии и химической технологии;

владеть:

- методикой построения алгоритмов формализации задач математического моделирования химико-технологических объектов;
- приемами и способами построения и исследования математических моделей типовых химико-технологических процессов;
- типовыми аппаратными и программными средствами, используемыми при моделировании динамических объектов и процессов химической технологии.

Перечисленные результаты обучения являются основой для

формирования следующих компетенций:

- способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-6).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Высшая математика», «Информатика», «Введение в специальность», «Процессы и аппараты химической технологии», «Химические реакторы».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении научно-исследовательской работы, прохождении производственных практик, при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семин.)	СР
Тема 1. Введение. Основные понятия и определения. Методы составления математического описания, идеальные модели.	7 / 7	2 / 1	0 / 0	0 / 0	5 / 6
Тема 2. Моделирование химических реакций и реакторов.	29 / 33	6 / 1	8 / 2	0 / 0	15 / 30
Тема 3. Моделирование теплообменных процессов.	37 / 32	6 / 0	16 / 2	0 / 0	15 / 30
Тема 4. Моделирование массообменных процессов.	31 / 30	3 / 0	10 / 0	0 / 0	18 / 30
Контактная работа (дополнительная)	4 / 6				
Курсовая работа (проект)					
Итого по видам занятий	104 / 102	17 / 2	34 / 4	0 / 0	53 / 96
Контроль	36 / 36				
ИТОГО:	**144**				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОПК- 6	Темы 1, 2, 3, 4.

3.2 Лекции

Тема 1. Введение. Основные понятия и определения. Методы составления математического описания, идеальные модели.

Содержание темы 1:

Общие принципы моделирования. Классификация моделей. Методология построения математических моделей химико-технологических процессов. Модель идеального смешения. Модель идеального вытеснения. Диффузионные гидродинамические модели. Ячеечные гидродинамические модели. Условия однозначности.

Литература к теме 1: [1, 2, 3, 4].

Тема 2. Моделирование химических реакций и реакторов.

Содержание темы 2:

Математическое моделирование кинетики химических реакций. Моделирование гомогенных химических реакторов. Классификация реакторов. Математическая модель реактора идеального смешения. Математическая модель реактора идеального вытеснения. Исследование химического процесса, протекающего в гомогенном реакторе идеального смешения. Математическая модель каскада реакторов идеального смешения.

Литература к теме 2: [1, 2, 3].

Тема 3. Моделирование теплообменных процессов.

Содержание темы 3:

Моделирование тепловых процессов в химической технологии. Основные закономерности теплообмена. Математические модели теплообменных аппаратов. Примеры моделирования теплообменных процессов (теплообменники типа «труба в трубе», кожухотрубчатые теплообменники, подогреватели, конденсаторы-холодильники).

Литература к теме 3: [1, 2, 3, 5].

Тема 4. Моделирование массообменных процессов.

Содержание темы 4:

Математическое моделирование массообменных процессов. Моделирование процесса абсорбции. Математические модели масссобменных процессов в абсорбционных аппаратах (насадочный абсорбер, тарельчатый абсорбер).

Литература к теме 4: [1, 2, 3].

3.3 Практические занятия

Практические занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн. / заочн.	Литература
1	Расчет ячеечного реактора	8 / 2	[6]
2	Расчет теплообменника	6 / 2	[6]
3	Расчет подогревателя	6 / 0	[6]
4	Расчет изоляции	4 / 0	[6]
5	Расчет насадочного абсорбера	6 / 0	[6]
6	Расчет тарельчатого абсорбера	4 / 0	[6]
ИТОГО:		**34 / 4**	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн. / заочн.
1	Изучение лекционного материала	20 / 88
2	Подготовка к практическим занятиям	0 / 0
3	Подготовка к лабораторным работам	33 / 8
4	Выполнение курсового проекта	0 / 0
5	Выполнение курсовой работы	0 / 0
6	Выполнение индивидуального задания	0 / 0
ИТОГО:		53 / 96

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Индивидуальное задание по дисциплине учебным планом не предусмотрено.

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

кономерности, 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. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- 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, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по быстроте и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

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. Понятия «модель» и «моделирование». Классификация моделей.
2. Математическое моделирование химико-технологических процессов, характеристика его основных этапов и алгоритм разработки математической модели.
3. Идеальные гидродинамические структуры потоков. Использование в математическом моделировании, математическое описание идеальных структур, кривые отклика.
4. Условия однозначности. Их классификация и необходимость применения. Использование условий на примере теплообменного аппарата.
5. Математическая модель каскада реакторов идеального смешения для проведения химической реакции C ® B (K1), A ® C (K2), B ® C (K3) в изотермических условиях (нестационарный режим) (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
6. Математическая модель каскада реакторов идеального смешения для проведения химической реакции A ® B (K1), B ® A (K2), B ® C (K3) в изотермических условиях (стационарный режим) (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
7. Математическая модель каскада реакторов идеального смешения для проведения химической реакции A ® B (K1), B ® A (K2), B ® C (K3) в неизотермических условиях (стационарный режим) (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации

математической модели в виде блок-схемы).

8. Математическая модель каскада реакторов идеального смешения для проведения химической реакции А ® С (К1), А ® В (К2), В ® С (К3) в неизотермических условиях (стационарный режим) (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
9. Математическая модель каскада реакторов идеального смешения для проведения химической реакции А ® В (К1), С ® В (К2), В ® С (К3) в изотермических условиях (нестационарный режим) (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
10. Математическая модель каскада реакторов идеального смешения для проведения химической реакции А ® В (К1), С ® В (К2), В ® С (К3) в изотермических условиях (стационарный режим) (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
11. Математическая модель каскада реакторов идеального смешения для проведения химической реакции А ® В (К1), С ® В (К2) в изотермических условиях (нестационарный режим) (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
12. Математическая модель каскада реакторов идеального смешения для проведения химической реакции А ® В (К1), С ® В (К2) в неизотермических условиях (нестационарный режим) (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
13. Математическая модель реактора идеального вытеснения для проведения химической реакции А ® С (К1), А ® В (К2), В ® С (К3) в неизотермических условиях (стационарный режим) (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
14. Математическая модель реактора идеального вытеснения для проведения химической реакции А ® В (К1), В ® С (К2) в неизотермических условиях (стационарный режим) (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
15. Математическая модель реактора идеального вытеснения для проведения химической реакции А ® В (К1), В ® С (К2) в изотермических условиях (стационарный режим) (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
16. Математическая модель теплообменника «труба в трубе», работающего в стационарных условиях. Тип движения теплоносителей – противоток (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
17. Математическая модель теплообменника «труба в трубе», работающего в

стационарных условиях. Тип движения теплоносителей – прямоток (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).

18. Математическая модель парового подогревателя, работающего в стационарных условиях. Тип движения теплоносителей – прямоток (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
19. Математическая модель кожухотрубного теплообменника, работающего в стационарных условиях. Тип движения теплоносителей – противоток (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
20. Математическая модель кожухотрубного теплообменника, работающего в стационарных условиях. Тип движения теплоносителей – прямоток (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
21. Математическая модель конденсатора-холодильника, работающего в стационарных условиях (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
22. Математическая модель конденсатора, работающего в стационарных условиях (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
23. Математическая модель холодильника, работающего в стационарных условиях (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
24. Математическая модель насадочного абсорбера, работающего в стационарных (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).
25. Математическая модель тарельчатого абсорбера, работающего в стационарных условиях (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Программа подготовки: бакалавриат
Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль): Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и косметических средств
Семестр: 7
Учебная дисциплина: Моделирование химико-технологических процессов

БИЛЕТ № 2

1. Условия однозначности. Их классификация и необходимость применения. Использование условий на примере теплообменного аппарата.
2. Математическая модель конденсатора-холодильника, работающего в стационарных условиях (привести вывод математического описания, обоснование условий однозначности, алгоритм реализации математической модели в виде блок-схемы).

Утверждено на заседании кафедры «Химическая технология топлива»
Протокол № ___ от _____ 20__ г.
Зав. кафедрой _____ Дедовец И. Г. Экзаменатор _____ Ошовский В. В.

КРИТЕРИИ
оценивания экзаменационной работы
по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов»
для обучающихся по направлению подготовки18.03.01 Химическая технология
(Направленность (профиль) - Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и косметических средств)

Экзамен проводится письменно по билетам. Экзаменационный билет включает в себя 2 вопроса.

Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 20 баллов. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 2 баллов), допущены несущественные неточности (до 4 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 8 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости). При отсутствии правильного ответа на вопрос обучающийся получает ноль баллов.

Полученные баллы за ответ на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS.
Утверждено на заседании кафедры «Химическая технология топлива».
Протокол № __ от __._____.20__ г.
Зав. кафедрой _____ Дедовец И. Г.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществля-

ется по результатам заданий, выполняемых на лабораторных занятиях в течение семестра. Выполнение заданий с защитой отчёта, 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 по лабораторной работе	10	Задание выполнено правильно, приведен анализ полученного результата.
	8	Задание выполнено в целом правильно, возникли трудности в объяснении полученных результатов.
	6	При выполнении задания допущены ошибки, анализ результатов не отражает цели работы.
Итого по лабораторным занятиям (максимально возможное)	**60**	Из расчёта 6 лабораторных работ. Оценивается каждая работа.
ИТОГО	**60**	Максимально возможное
Для студентов заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	30	Задание выполнено правильно, приведен анализ полученного результата.
	20 … 25	Задание выполнено в целом правильно, возникли трудности в объяснении полученных результатов.
Итого по лабораторным занятиям (максимально возможное)	**60**	Из расчёта 2 лабораторных работ. Оценивается каждая работа.
ИТОГО	**60**	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 вопроса. Распределение баллов при оценивании ответов на задания экзаменационного билета приведено в таблице 2.

Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 20 баллов. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 2 баллов), допущены несущественные неточности (до 4 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 8 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости). При отсутствии правильного ответа на вопрос обучающийся получает ноль баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на задания экзаменационного билета	1 вопрос	20
	2 вопрос	20
ИТОГО		**40**

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

На примере лабораторного занятия на тему «Расчет ячеечного реактора». Вопросы при текущем опросе:

1. Назовите типы процессов, протекающих в реакторах.
2. Что называется константой скорости?
3. Как определяется общая скорость химического процесса?
4. Общая схема формирования математического описания реакторов.
5. Алгоритм расчета химических реакторов.
6. Назовите начальные и граничные условия.
7. Какой метод используется для решения системы дифференциальных уравнений?
8. Какой метод используется для решения системы алгебраических уравнений?

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

4.5 Курсовое проектирование

Курсовое проектирование по дисциплине учебным планом не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Шимова, Ю. С. Моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / Ю. С. Шимова, Н. Ю. Демиденко, Е. В. Лис. - Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2021. - 94 с. - Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/116642.html
2. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. - Москва : Логос, 2014. - 304 с. - Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/66419.html
3. Бусыгин, Н. Ю. Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии : учебное пособие / Н. Ю. Бусыгин, И. В. Багров. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. - 174 с. - Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/102528.html

II Дополнительная литература

4. Арутюнян, С. А. Моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / С. А. Арутюнян. - Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. - 98 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/195081
5. Заварухин, С. Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов : учебное пособие / С. Г. Заварухин. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 86 с. - Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/91236.html

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

6. Методические рекомендации для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» : для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. химической технологии топлива ; сост. В. В. Ошовский. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента)
7. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» : для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. химической технологии топлива ;

сост. В. В. Ошовский. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента)

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – http://donntu.ru/library.

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

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

учебная аудитория №7.405 учебный корпус 7 для проведения занятий лекционного 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), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты; плакаты с иллюстративным материалом).

7.2 Лабораторные занятия:

компьютерный класс, аудитория №7.205 учебный корпус 7 для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций (мультимедийное оборудование: мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы компьютерные; демонстрационные плакаты; 10 ПК – Pentium III-650MHz/32Mb/4,3Gb/SVGA/ CD-R-48, Операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4 (2017),; принтер HP LJ 1100; принтер HP-1100A; сканер HP SJ 4400; HUB SURECOM 8-ми портовый).

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).